



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

Maria Orquídea De Barros Barbosa

ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DE BIOESTIMULANTES NATURAIS EM *Vaccinium corymbosum*

Nome do Curso de Mestrado
Mestrado em Agricultura Biológica

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor
Raúl Rodrigues

Outubro 2017

As doutrinas expressas neste trabalho são da exclusiva responsabilidade do autor.

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Mirtilos autóctones Portugueses	1
1.2	Tipos comerciais de mirtilos	2
1.2.1	Draper	3
1.2.2	Ozarkblue.....	4
1.3	Dormência	5
1.3.1	Quebra de dormência.....	8
1.3.2	Vernalização	8
1.3.3	Mecanismos que compensam a falta de frio invernal.....	10
1.4	Bioestimulantes e reguladores de crescimento.....	10
1.4.1	Bioestimulantes.....	11
1.4.2	Reguladores de crescimento	14
1.5	Cytokin [®]	14
1.5.1	Citoquininas	15
1.6	Glutabion [®]	16
1.6.1	Glutaciona	17
1.6.2	Azoto.....	19
1.6.3	Boro	20
1.6.4	Manganês	21
1.7	Sulfato de potássio	21
1.7.1	Enxofre	22
2	MATERIAL E MÉTODOS	24
2.1	Localização do ensaio.	24
2.2	Parcela e marcação das plantas.	24
2.3	Tratamentos e disposição do ensaio.	25
2.3.1	Aplicação dos produtos.....	26

2.4	Recolha de dados de campo	27
2.4.1	Evolução dos estados fenológicos.	27
2.4.2	Avaliação da produção e contagem de frutos.	30
2.4.3	Avaliação da qualidade dos frutos e recolha dos dados de laboratório. .	31
3	RESULTADOS	33
3.1	Evolução dos estados fenológicos.....	33
3.2	Avaliação da produção.	35
3.3	Avaliação da qualidade dos mirtilos Draper e Ozarkblue.....	36
3.3.1	Peso médio de 100 frutos.....	36
3.3.2	°Brix	37
3.3.3	pH	39
3.3.4	% de Matéria seca	42
4	Bibliografia.....	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1 – Avaliação de parâmetros físico-químicos para a variedade Draper	4
Quadro 1.2 - Avaliação de parâmetros físico-químicos para a variedade Ozarkblue....	5
Quadro 1.3 – Formulação do rótulo do Cytokin®	15
Quadro 1.4 – Formulação do rótulo do Glutabion®	17
Quadro 2.1 – Doses de produto utilizada nos diferentes tratamentos.....	25
Quadro 2.2 – Caldas preparadas para aplicação nas diferentes modalidades.....	26

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Mirtilos autóctones portugueses 1- <i>Vaccinium padifolium</i> ; 2- <i>Vaccinium cylindraceum</i> ; 3- <i>Vaccinium myrtillus</i> ; 4- <i>Vaccinium uliginosum</i>	2
Figura 1.2- Representação esquemática da inibição do abrolhamento devida à dormência (Tavares, 2016).....	7
Figura 1.3 - Principais alterações ao nível hormonal e metabólico na entrada e saída do repouso vegetativo (Tavares, 2016).....	7
Figura 1.4 - Utilização do sulfato na formação de proteínas e glutatona.	22
Figura 2.1 – Local de realização do ensaio na exploração de Tadeu Alves.	24
Figura 2.2 – Sinalética utilizada para marcação do ensaio.	25
Figura 2.3 – Distribuição dos tratamentos no ensaio: 1 testemunha; 2 Cytokin®; 3 Glutabion®; 4 sulfato de potássio. R1- repetição numero 1; R2-repetição numero 2; R3-repetição número 3; R4- Repetição numero 4.	26
Figura 2.4 - Modelo de observação fenológica para desenvolvimento reprodutivo (Santos, 2015).....	28
Figura 2.5- Modelo de observação fenológica para desenvolvimento vegetativo (Santos, 2015).....	29
Figura 2.6 – Modelo de observação fenológica para desenvolvimento vegetativo (Santos, 2015).....	30
Figura 3.1 – Número de dias a contar do dia 1 de Janeiro de 2016, para a ocorrência das diferentes fenofases, nos tratamentos Testemunha, Cytokin®, Glutabion® e Sulfato de Potássio na variedade Draper.....	33
Figura 3.2 - Número de dias a contar do dia 1 de Janeiro de 2016, para a ocorrência das diferentes fenofases, nos tratamentos Testemunha, Cytokin®, Glutabion® e Sulfato de Potássio na variedade Ozarkblue.	34

Figura 3.3 – Comparação da produção de mirtilos, número médio de frutos por planta, nas diferentes modalidades, Testemunha, Cytokin [®] , Glutabion [®] e Sulfato de Potássio da variedade Draper. Letras diferentes correspondem a diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).	35
Figura 3.4 – Comparação da produção de mirtilos, número médio de frutos por planta, nas diferentes modalidades, Testemunha, Cytokin [®] , Glutabion [®] e Sulfato de Potássio da variedade Ozarkblue. Letras diferentes correspondem a diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).	36
Figura 3.5 - Comparação do peso médio de 100 bagas em gramas (g), nas diferentes modalidades, Testemunha, Cytokin [®] , Glutabion [®] e Sulfato de Potássio da variedade Draper. Letras diferentes correspondem a diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).	37
Figura 3.6- Comparação do peso médio de 100 bagas em gramas (g), nas diferentes modalidades, Testemunha, Cytokin [®] , Glutabion [®] e Sulfato de Potássio da variedade Ozarkblue.. Letras diferentes correspondem a diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).	37
Figura 3.7 – Comparação do grau Brix, nas diferentes modalidades, Testemunha, Cytokin [®] , Glutabion [®] e Sulfato de Potássio da variedade Draper. Letras diferentes correspondem a diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).	38
Figura 3.8 – Comparação do grau Brix, nas diferentes modalidades, Testemunha, Cytokin [®] , Glutabion [®] e Sulfato de Potássio da variedade Ozarkblue. Letras diferentes correspondem a diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).	39
Figura 3.9 - Comparação do pH, nas diferentes modalidades, Testemunha, Cytokin [®] , Glutabion [®] , Sulfato de Potássio da variedade Draper. Letras diferentes correspondem a diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).	40
Figura 3.10- Comparação do pH, nas diferentes modalidades, Testemunha, Cytokin [®] , Glutabion [®] Sulfato de Potássio da variedade Ozarkblue. Letras diferentes correspondem a diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).	40
Figura 3.11 - Comparação da acidez, nas diferentes modalidades, Testemunha, Cytokin [®] , Glutabion [®] Sulfato de Potássio da variedade de mirtilo Draper. Letras diferentes correspondem a diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).	41
Figura 3.12 - Comparação da acidez, nas diferentes modalidades, Testemunha, Cytokin [®] , Glutabion [®] Sulfato de Potássio da variedade de mirtilo Ozarkblue. Letras diferentes correspondem a diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).	42

Figura 3.13 - Comparação da percentagem de matéria seca, nas diferentes modalidades, Testemunha, Cytokin[®], Glutabion[®] Sulfato de Potássio da variedade de mirtilo Draper. Letras diferentes correspondem a diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$). 43

Figura 3.14 - Comparação da percentagem de matéria seca, nas diferentes modalidades, Testemunha, Cytokin[®], Glutabion[®] Sulfato de Potássio da variedade de mirtilo Ozarkblue. Letras diferentes correspondem a diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$). 43

RESUMO

A agricultura em Modo de Produção Biológico, bem como, a cultura do mirtilo em Portugal têm vindo a crescer e a desenvolver-se. Em conjunto, novos fatores de produção naturais não preferidos pelos consumidores e agricultores. Os bioestimulantes naturais surgem como produtos potenciadores o crescimento de plantas, que podem ter diversos efeitos na quebra de dormência, vingamento, nutrição e melhoradores da resiliência das plantas. Com este trabalho pretende-se estudar a influência dos bioestimulantes Cytokin® e Glutabion®, na quebra de dormência qualidade e produtividade de mirtilos das variedades Draper e Ozarkblue.

Neste trabalho, realizaram-se observações de campo para verificação da evolução da fenologia, fez-se contagem de frutos na planta para verificação da produção e analisaram-se os parâmetros de qualidade dos frutos peso médio dos frutos, °Brix, pH, acidez e percentagem de matéria seca em laboratório.

Com este trabalho verificou-se que, os bioestimulantes Cytokin®, Glutabion® não apresentaram diferenças estatisticamente significativas, mas tendencialmente anteciparam o abrolhamento e melhoraram a produtividade dos mirtilos.

Com este estudo pode concluir-se que apesar de não terem existido diferenças estatisticamente significativas, estes produtos podem melhorar a antecipação, aumento da produção e qualidade dos mirtilos. Estes resultados porém pode dever-se ao facto da aplicação do Cytokin® e Glutabion® ter acontecido de forma descoordenada com a da endodormência, momento em que as plantas são mais sensíveis à aplicação de bioestimulantes.

Palavras Chave: *Bioestimulantes, Cyto®, Draper, Ozarkblue.kin®, Glutabion*

Abstrat

Organic farm, as well as, a blueberry culture in Portugal has been growing and developing. Together, new natural factors of production are not preferred by consumers and farmers. Natural biostimulants on products such as plant growth enhancers, which can have several effects on dormancy, revenge, nutrition, and plant resilience improvements. This work intends to study the influence of the biostimulants cytokin® and glutabion®, on the dormancy quality and productivity of blueberries of the draper and ozarkblue varieties.

In this work, field observations were made to select phenology evolution, fruit counts were made in the plant to select the production and fruit quality parameters were analyzed in mean fruits weight, °brix, pH, acidity and percentage of dry matter in the laboratory.

With this work it was verified that, the biostimulants cytokin®, glutabion® do not present statistically significant novelties, but tended to anticipate the sprouting and improved a productivity of the blueberries.

With this study it can be concluded that although there have been no statistically significant differences, these products can improve the anticipation, increase the production and quality of blueberries. These results can also be returned from the application of cytokin® and glutabion® to have happened in an uncoordinated way with that of endodormence, at which time as plants are more sensitive to the application of biostimulants.

KEYWORDS: *Bioestimulants, Cytokin®, Glutabion®, Draper, Ozarkblue.*

1 INTRODUÇÃO

A agricultura em Modo de Produção Biológico tem vindo a ter cada vez mais relevância quer a nível mundial, europeu e nacional. O potencial de crescimento deste modo de produção em Portugal é grande e o mercado de produtos biológicos europeu encontra-se em forte desenvolvimento (Ferreira 2016).

O consumo de mirtilo tem vindo a crescer em Portugal e no mundo por este fruto ser conhecido como o “Rei” dos antioxidantes e o “fruto da juventude”, e é considerado como um dos alimentos com maior teor de antioxidantes, rico em vitaminas A, B e C, magnésio, potássio, cálcio, fósforo, ferro e manganês. Por outro lado, cada vez mais, estudos demonstram que o consumo de mirtilos intervém na prevenção e tratamento de várias doenças como o cancro do cólon e da mama, Alzheimer, contribui para melhoria a memória e visão, fortalece as paredes dos vasos capilares, previne casos de veias varicosas, flebites, hemorroidas, entre outros problemas de saúde. Porém, também são muitos os estudos que revelam ser de extrema importância o consumo de alimentos sem resíduos químicos e defendem o consumo de alimentos saudáveis provenientes do Modo de Produção Biológico (Serrado, 2008).

Assim, devido ao desenvolvimento do Modo de Produção Biológico e consumo de mirtilos, existe um crescente interesse por parte dos produtores por novos fatores de produção naturais que respondam às exigências dos consumidores e do mercado por alimentos mais saudáveis e sustentáveis.

1.1 Mirtilos autóctones Portugueses

O mirtilo é uma planta frutífera que pertence à família Ericaceae, subfamília *Vaccinoideae*, na qual se encontra o género *Vaccinium*. A cultura do mirtilo género *Vaccinium* é proveniente do norte da América, mas encontra-se distribuída por várias regiões do mundo.

Em Portugal existem, no estado selvagem, pelo menos quatro espécies de mirtilos todas elas comestíveis e tradicionalmente utilizadas pelas populações locais. Trata-se do *Vaccinium padifolium*, nativo do arquipélago da Madeira, conhecido também como mirtilo da Madeira, o *Vaccinium cylindraceum*, nativo do arquipélago dos Açores e conhecido localmente como romania ou uva-do-mato, e as espécies *Vaccinium myrtillus* e *Vaccinium uliginosum*, sendo estas as duas espécies endémicas de Portugal Continental (Figura 1.1) (Madeira, 2016; UTAD, 2017).

O *Vaccinium myrtillus* é bastante comum nas serras do Alto Minho e a sua distribuição estende-se até ao centro do país e tradicionalmente chamava-se arando (Madeira, 2016).

As variedades autóctones de mirtilos, de momento, não têm, ainda, expressão comercial devido às pequenas dimensões das bagas e às muito baixas produtividades.

Apesar existir um crescente interesse por mirtilos autóctones em diversos nichos de mercado Gourmet e Biológico, as variedades de mirtilo amplamente cultivadas em Portugal são as variedades comerciais, importadas de diversos países e oriundas de variedades americanas produtoras de mirtilos com maiores calibres e melhores produções.



Figura 1.1 – Mirtilos autóctones portugueses 1- *Vaccinium padifolium*; 2- *Vaccinium cylindraceum*; 3- *Vaccinium myrtillus*; 4- *Vaccinium uliginosum*.

1.2 Tipos comerciais de mirtilos

Os mirtilos que mais se comercializam agrupam-se em três tipos que pertencem ou descendem de três espécies nativas da América do Norte:

- *Vaccinium corymbosum*, tipo highbush, é o mais comercializado e nativo dos Estados Unidos da América. As plantas têm preferência por solos ricos em matéria orgânica e ácidos, podem crescer de 1,8 a 3 metros de altura, têm uma necessidade de frio que varia entre 650 e 900 horas e resiste a temperaturas negativas de até -35°C. A fruta amadurece cerca de 60 a 100 dias após a queda das pétalas, podendo a época de colheita decorrer durante 2 a 5 semanas (Arnold, 2014; Madeira, 2016);

- *Vaccinium virgatum* sin. *Ashei*, tipo rabbiteye, nativo do sudoeste dos EUA com plantas muito vigorosas podendo medir 5 a 9 metros de altura, tem uma necessidade de frio invernal que varia entre 350 a 650 horas, a floração ocorre cerca de uma a duas semanas antes das variedades

highbush, sendo que os gomos florais podem resistir a temperaturas de até -26°C e a maturação dos frutos é tardia (Coletti, 2009; Arnold, 2014);

- *Vaccinium angustifolium*, tipo lowbush, nativo do nordeste dos USA, com plantas de cerca de meio metro de altura. A fruta proveniente deste tipo de mirtilo é maioritariamente usada para o mercado de transformação, ao passo que a fruta das variedades highbush é maioritariamente destinada ao mercado fresco (Nesom, 2002; Coletti, 2009; Arnold, 2014).

Os mirtilos do tipo highbush são os mais comuns e cultivados no mundo e dividem-se em duas classes de acordo com necessidades específicas em horas de frio:

- “tipo sul”, as plantas são pouco tolerantes ao frio, praticamente sem necessidade de um período de dormência e sujeição ao frio para que ocorra diferenciação e a quebra de dormência. As necessidades de frio são inferiores a 500 horas e, por isso, são tradicionalmente cultivadas nas regiões mais quentes (Willis, 2006);

- “tipo norte”, as plantas são as mais exigentes em frio e para que produzam satisfatoriamente necessitam passar por uma estação fria, mais ou menos longa, mais de 800 horas para que ocorra diferenciação e a quebra de dormência (Retamales, 2012; Barrote, 2013).

1.2.1 Draper

A variedade Draper foi desenvolvida pelo investigador James F. Hancock pelo programa de melhoramento da Universidade de Michigan USA em 2003, é uma variedade de *Vaccinium corymbosum* L., e foi protegida no mercado com a patente US PP15103 P3 (USA Patente, 2004; Retamales, 2012).

A planta é um arbusto médio, compacto, com dimensões a rondar 1,5 m de altura e 1m de largura, tem uma necessidade de frio entre 800 a 1000 horas, é resistente às baixas temperaturas de até -29°C. É uma variedade auto fértil, mas, com polinização cruzada, os frutos são de maior calibre e de melhor qualidade (USA Patente, 2004; Retamales, 2012).

A Draper é considerada uma variedade precoce ou de meia estação e em Portugal a época de produção situa-se entre os meses de maio e junho; é altamente produtiva, de amadurecimento concentrado e de fácil colheita, uma vez que os frutos se destacam facilmente da planta, e é recomendada para ser colhida mecanicamente para o mercado em fresco ou indústria (Morgan, 2008; Retamales, 2012; Weber, 2012).

O fruto apresenta-se na planta em aglomerados soltos nas pontas do arbusto, tem excelentes características em termos de firmeza, sabor e coloração azul violeta. O tamanho do mirtilo varia no comprimento entre 1,1 e 1,4 cm e na largura entre 1,5 e 1,9 cm, o peso médio é

de 1,6 g. Esta variedade tem um longo período de armazenamento e vida útil de prateleira (USA Patente, 2004; Morgan, 2008).

Segundo estudos de Crawford, realizados em 2012 e 2013 com mirtilos highbush plantados em 2011 para identificação das cultivares de mirtilo mais adequadas à produção de sumo, os resultados obtidos quanto à qualidade dos mirtilos foram de 3 e 2,8 valores de pH, 13,8 e 13,9 °Brix, no fruto, e 15 °Brix no sumo, sendo que o peso do maior fruto analisado foi de 3,5g e o menor de 1g. O de maior diâmetro mediu 2,04 cm e o menor 1,4cm, conforme se pode verificar no Quadro 1.1 (Crawford, 2014).

Quadro 1.1 – Avaliação dos parâmetros físico-químicos para a variedade Draper

	kg/ha	pH do sumo	°Brix fruto	°Brix sumo	Peso do fruto maior (g)	Diâmetro do fruto maior (cm)	Peso do fruto menor (g)	Diâmetro do fruto menor (cm)
2012	37	3	13,8	15	2	1,7	1	1,4
2013	916	2,8	13,9	15,1	3,5	2,04	1,5	1,4

Fonte: Adaptado de (Crawford, 2014)

1.2.2 Ozarkblue

A variedade Ozarkblue foi criada por James Norman Moore e John Reuben Clark da Universidade de Arkansas USA e patenteada em 1997 (USA Patente, 1997).

As plantas Ozarkblue são vigorosas, eretas, de frutificação tardia e muito produtivas, mantendo-se em produção durante 5 a 6 semanas e de forma consistente, ano após ano. No entanto, devido às elevadas cargas de frutos, a planta adquire um porte prostrado. Estas plantas têm uma necessidade de frio invernal variável entre 800 e 1000 horas e resistem ao frio até -23°C, mas também toleram climas quentes e são resistentes à seca (USA Patente, 1997; Willis, 2006; Arnold, 2014).

Os frutos são de tamanho grande, com cerca de 2,1g e 1,5cm de diâmetro, em forma globosa e uniforme, de cor azul claro com pó de cera branca à superfície e com uma pequena cicatriz peduncular. Qualitativamente, apresentam 11,5% de sólidos solúveis, 3,6 valores de pH e uma acidez de 1,13g/100 ml de ácido cítrico. Devido à sua firmeza e sabor suave é recomendada a colheita manual e a comercialização para o mercado em fresco (USA Patente, 1997; Willis, 2006; Garcia, 2015).

Crawford, em 2013, obteve, quanto à qualidade dos frutos de Ozarkblue os resultados de 2,8 valores de pH, 14 °Brix, no fruto, e 12,4 °Brix no sumo, sendo que o peso do maior fruto

analisado foi de 3,6g e o peso do menor fruto foi de 2,2g; quanto ao diâmetro, o maior mediu 1,8 cm e o menor 1,4 cm, conforme o quadro 1.2.

Quadro 1.2 - Avaliação dos parâmetros físico-químicos para a variedade Ozarkblue

	kg/ha	pH do sumo	°Brix fruto	°Brix sumo	Peso do fruto maior (g)	Diâmetro do fruto maior (cm)	Peso do fruto menor (g)	Diâmetro do fruto menor (cm)
2013	16	2,8	14	12,4	3,6	1,8	2,2	1,4

Fonte: Adaptado de (Crawford, 2014)

1.3 Dormência

A dormência é um fenômeno biológico de defesa das plantas que ocorre nos períodos mais desfavoráveis ao desenvolvimento destas. A entrada das plantas em dormência depende de vários fatores podendo ser genéticos ou ambientais como, por exemplo, a disponibilidade de água, nutrientes, descida da temperatura, redução da luminosidade, intensidade luminosa, que levam a alterações ao nível hormonal e metabólico das plantas (Bertolin, 2010).

A entrada em dormência nas espécies caducifólias acontece no outono e inicia-se com o aumento da concentração de ácido abscísico e de giberelinas levando à paragem de crescimento das plantas, atempamento das varas com acumulação de amido, proteção dos gomos com escamas, protegendo, assim, os primórdios florais, e à queda das folhas, seguindo, então, um período sem atividade aparente ou de latência, por imposição das condições ambientais desfavoráveis, com o intuito de reiniciarem o crescimento na primavera e assegurando a sua sobrevivência, ao sincronizar o seu ciclo vegetativo com o meio ambiente (Tavares, 2016).

As plantas entram em dormência através do processo de aclimatização, processo pelo qual as plantas se submetem ativamente a mudanças na bioquímica e de expressão dos genes, que aumenta a sua capacidade de resistir às temperaturas baixas e ao *stress* de dissecação celular. É assim um processo complexo que envolve modificação da composição da membrana lipídica, aumento de solutos compatíveis e síntese de proteínas de proteção (Pinto, 2015).

A desaclimatização é o processo que desencadeia a saída do período de dormência, pelo qual há perda da resistência ao frio pela exposição a temperaturas quentes (Pinto, 2015).

Para que as plantas possam abrolhar e florir normalmente, no fim do inverno ou início da primavera, estas necessitam de sofrer, durante o período de dormência, a ação ou efeito fisiológico das baixas temperaturas, durante um período mais ou menos prolongado, dependendo, deste modo, do frio, da humidade, da nutrição, da cultivar, entre outros fatores (Pinto, 2015).

O processo de dormência contempla três fases;

- **Paradormência**, onde se verifica a paragem do desenvolvimento dos gomos no final do verão devido à redução da duração dos dias acompanhada das alterações ao nível do metabolismo e ciclo hormonal da planta. Nesta fase, há um decréscimo na concentração das hormonas auxinas (A) e giberelinas (G) acompanhado de diminuição de respiração e atividade enzimática, mas, por outro lado, há um aumento da deposição de amido e compostos insolúveis, conforme se pode verificar Figura 1.2 e Figura 1.3 (Pinto, 2015; Tavares, 2016).

- **Endodormência** acontece quando o processo de repouso é imposto e mantido por fatores fisiológicos do próprio órgão afetado, independentemente das condições do meio e da influência de outros órgãos. Permite especificamente a sobrevivência à exposição a baixas temperaturas. Este período divide-se ainda em duas fases, endodormência profunda ou p-endodormência, onde não é possível induzir o desenvolvimento dos gomos, mesmo que as condições de desenvolvimento naturais sejam favoráveis; e a endodormência superficial ou s-endodormência, onde existe a possibilidade de provocar o término do período de dormência com recurso a determinados tratamentos (Pinto, 2015).

Nesta fase de endodormência, nomeadamente na fase de endodormência profunda, a concentração da hormona ácido abísico encontra-se na sua máxima concentração e a respiração e atividade enzimáticas são muito baixas e estáveis. No entanto, no término do período de endodormência ou endodormência superficial inicia-se um decréscimo da concentração de ácido abísico e aumenta a concentração das hormonas giberelina, auxina e citoquinina, acompanhado também do acréscimo das taxas de respiração e atividade enzimática com consumo dos compostos acumulados, conforme se pode verificar na Figura 1.2 e Figura 1.3.

- **Ecodormência** acontece a partir do momento que existem fatores ambientais desfavoráveis ao crescimento, tais como as temperaturas baixas, falta de água e baixa do fotoperíodo, sendo, por isso, de natureza exógena. Aqui, para além de continuar a existir um decréscimo do ácido abísico, há um forte aumento de concentração de giberelinas, auxinas e citoquininas, acompanhado de uma crescente atividade respiratória e enzimática, alterações que promovem entretanto a saída do estado de repouso/dormência e se dá o início do abrolhamento, conforme Figura 1.2 e Figura 1.3 (Coletti, 2009; Pinto, 2015; Tavares, 2016).

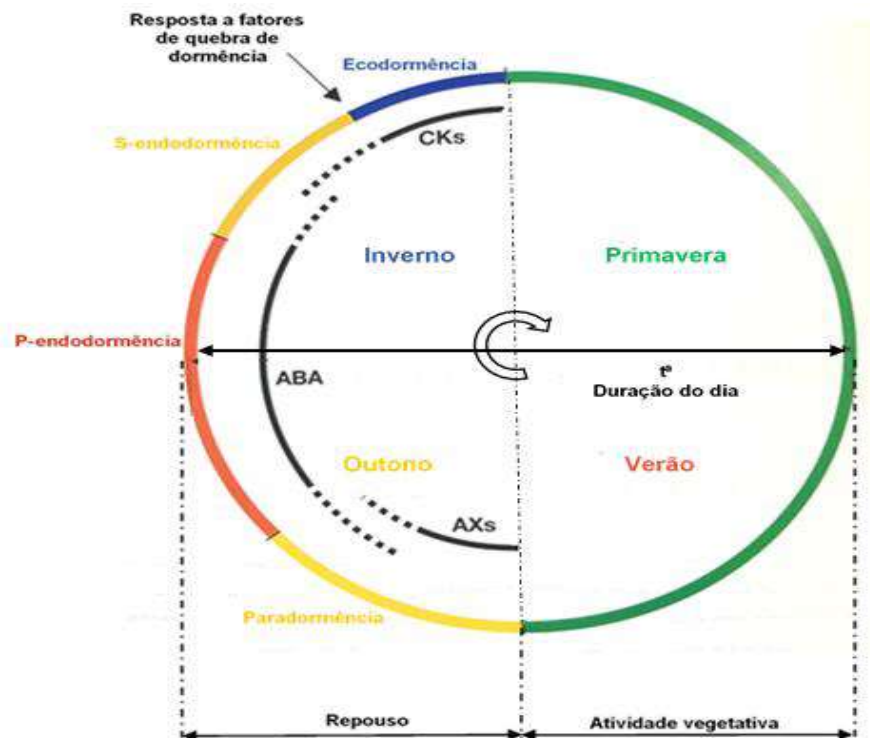


Figura 1.2- Representação esquemática da inibição do abrolhamento devida à dormência (Tavares, 2016)

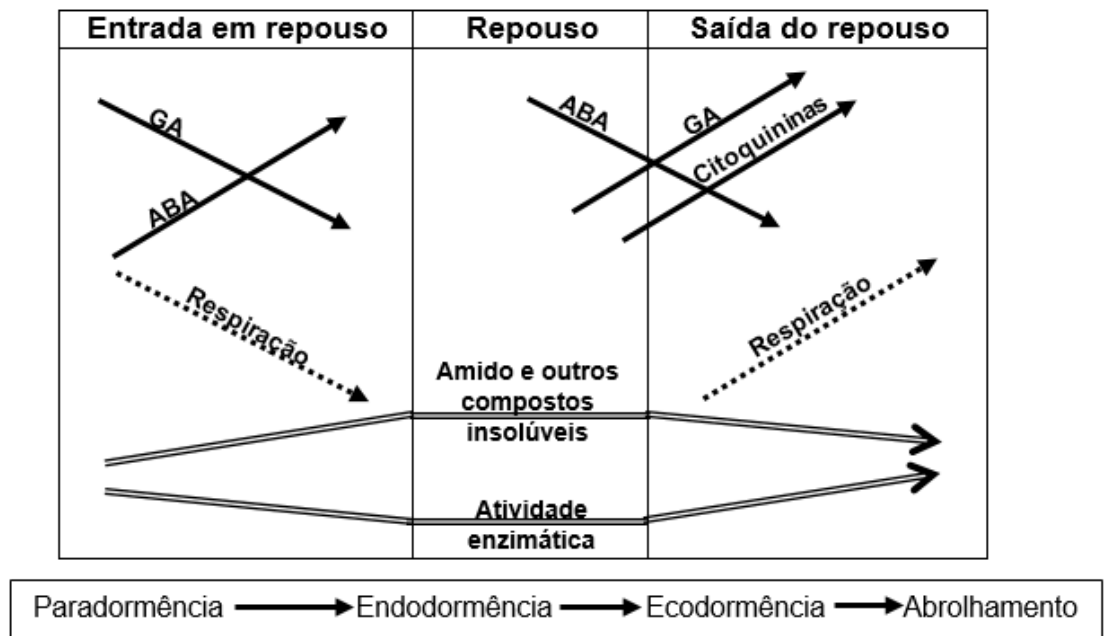


Figura 1.3 - Principais alterações ao nível hormonal e metabólico na entrada e saída do repouso vegetativo (Tavares, 2016).

1.3.1 Quebra de dormência

A quebra da dormência acontece na primavera, quando as temperaturas começam a aumentar e as horas de frio estão satisfeitas. É um processo essencial ao permitir o restabelecimento rápido da área vegetativa e a conclusão do ciclo reprodutivo.

A dormência é evolutiva, sendo que o frio contribui para determinar o momento de saída de dormência que é mais intensa quanto maior for a exposição. Durante o período de “acumulação” de frio, ocorrem reações bioquímicas, governadas por fatores genéticos e do meio ambiente, no interior da planta, essenciais para iniciar um novo ciclo de crescimento (Tavares, 2016).

A quebra da dormência nos gomos assume-se pela disponibilidade e balanço entre hormonas endógenas inibidoras e promotoras do crescimento nas plantas. A quebra da dormência é provocada pelo aumento progressivo dos promotores, auxinas, giberelinas e citoquininas, e pela diminuição do teor das inibidoras, como é o caso do ácido abscísico Figura 1.2 e Figura 1.3.

A quebra de dormência e abrolhamento dependem, assim, da “acumulação” de frio, aumento da duração do dia, aumento da temperatura, aumento da concentração das hormonas promotoras do crescimento e aumento do metabolismo da planta (Tavares, 2016).

1.3.2 Vernalização

A vernalização é o período de latência das plantas a que estas estão sujeitas a baixas temperaturas. A uniformidade e densidade floral está diretamente relacionada com a quantidade de frio recebido. Para que as plantas de mirtilo possam abrolhar, florir e produzir frutos normalmente, é necessário que passem por um período de frio, de maneira a que as suas necessidades sejam satisfeitas, caso contrário podem desenvolver-se desordens fisiológicas, mais ou menos importantes, como atraso no abrolhamento dos gomos, abrolhamento irregular e até o não abrolhamento de uma grande percentagem de gomos, alterações no desenvolvimento do pólen e consequentemente quebras de produção (Pinto, 2015; Tavares, 2016; Madeira, 2016).

O repouso invernal é um processo fisiológico tão complexo que não depende exclusivamente de um só fator climático, mas a partir de um ponto de vista prático, tem-se vinculado a duração da dormência com as temperaturas abaixo de um determinado limiar (Pinto, 2015).

A dormência localiza-se nos gomos e as exigências em frio variam dentro de uma mesma planta, em função da sua localização e do estado sanitário e nutricional da mesma. Os gomos vegetativos requerem maior quantidade de frio do que os gomos florais. Após a fase de

dormência e vernalização, inicia-se o abrolhamento e a floração, com a acumulação de energia proveniente de temperaturas altas, quantificadas como horas de calor sendo que a necessidade de horas de calor é tanto menor quanto maior for o número de horas de frio acumuladas (Coletti, 2009).

Existem vários modelos para contabilizar o frio necessário à quebra de dormência, no entanto, no mirtilo, o Modelo das Horas de Frio é o mais antigo e utilizado para medir os requisitos de frio. Neste modelo, contabiliza-se o número de horas abaixo do zero vegetativo, ou seja, temperatura mínima abaixo do qual cessa o crescimento vegetal, 7,2 °C. Este modelo soma todas as horas em que a temperatura se encontra entre 0 e 7,2°C (Pinto, 2015; Madeira, 2016).

O Modelo das Horas de Frio apesar de prático e muito utilizado não é o mais rigoroso. Segundo Madeira 2016, vários autores consideram “Unidades de Frio” como o período de tempo (hora) em que as plantas estão sujeitas a temperaturas inferiores a 12,5°C e superiores a 1,4°C. Com este modelo, quando ocorre uma hora em que a temperatura é superior, por exemplo 15°C, ela irá anular a correspondente hora de frio já acumulado. Por outro lado, considera-se que uma temperatura excessivamente baixa, inferior a zero, por exemplo, produz menos efeito fisiológico em termos de vernalização do que uma temperatura intermédia, de, por exemplo, 5°C. É assim necessário ter em conta as condições climáticas e o método de contabilização do “frio”. Em Portugal, é frequente existirem durante o inverno períodos de tempo, algumas semanas, em que as temperaturas são altas nos períodos da tarde e que traduzem efeitos na anulação das horas de frio já acumuladas (Parente, 2014; Madeira, 2016).

Nos mirtilos existem diversos tipos e variedades com diferentes necessidades de frio e com isto torna-se essencial adequar as variedades às condições climáticas dos locais de instalação e, por vezes, recorrer a aplicação de reguladores e bioestimulantes (Pinto, 2015).

As cultivares de mirtilo com altas necessidades de frio, que não consigam satisfazer a suas necessidades para vernalização, são mais lentas a começar o seu ciclo vegetativo, abroham e florescem mais tardiamente de forma irregular e deficitária onde muitos dos gomos florais podem não abrir ou abortar, levando a quebras, por vezes significativas, da produção de mirtilos (Pinto, 2015; Tavares, 2016).

Nas cultivares cujas necessidades em frio sejam baixas, estas poderão correr o risco de abrolhar, florir, desenvolver-se precocemente e sujeitarem-se às geadas primaveris levando a quebras de produção consideráveis devido a queimaduras provocadas pelo gelo, queda de flores e diminuição das taxas de germinação dos grãos de pólen. Por outro lado, como são plantas que também continuam a crescer até ao outono mais tardio, podem sofrer danos por congelamento

no início do inverno, comprometendo também a produção de mirtilos na campanha seguinte (Pinto, 2015; Madeira, 2016),

1.3.3 Mecanismos que compensam a falta de frio invernal

Em Portugal, com as evidentes alterações climáticas, cada vez mais nos deparamos com invernos amenos e insuficientemente frios para quebrar a dormência das plantas. Torna-se pertinente o uso de técnicas que permitam compensar a falta de frio invernal, que podem ajustar-se através da:

- seleção de variedades mais adaptadas possível às zonas e aos microclimas a que se destinam;
- aplicação de cal, por pulverização, uma vez que o sombreamento parece conseguir reduzir as necessidades em frio;
- gestão da rega, a suspensão precoce da rega, após a colheita, permite a entrada precoce em repouso e havendo nesta altura temperaturas abaixo dos 7,2°C, permite iniciar mais cedo a acumulação de horas de frio;
- empa dos ramos para estimular o abrolhamento dos gomos laterais;
- desfolha para forçar a entrada em repouso mais precocemente;
- recurso a produtos que permitam compensar a falta de frio (Tavares, 2016).

1.4 Bioestimulantes e reguladores de crescimento

É durante a fase de endodormência superficial e ecodormência que os gomos são sensíveis à aplicação de substâncias exógenas para quebra da dormência como a aplicação giberelinas, citoquininas ou substâncias exógenas análogas que permitam aumentar a sua concentração no xilema (Tavares, 2016).

A aplicação exógena das citoquininas para a quebra da dormência tem demonstrado uma clara ação deste regulador de crescimento em *Actinidia deliciosa* cv ‘Hayward’, que induz uma maior percentagem de gomos abrolhados e maior uniformidade no desenvolvimento dos mesmos, com efeitos positivos também na floração e desenvolvimento dos frutos, ao nível do tamanho e qualidade (Araújo, 2012; Tavares, 2016).

Vários autores referem ainda a possibilidade de aplicação de nitrato de potássio como indutor de quebra de dormência em *Actinidia deliciosa* cv ‘Hayward’ e em *Malus domestica* cv Golden delicious (Pascoal, 1978).

Atualmente para a quebra da dormência estão disponíveis no mercado alguns bioestimulantes que são compostos que estimulam o metabolismo das plantas.

1.4.1 Bioestimulantes

Os Bioestimulantes são produtos utilizados em quantidades muito reduzidas com o objetivo de potenciar o crescimento de plantas sem serem nutrientes, melhoradores do solo ou pesticidas, que são usados em grandes quantidades, mas potenciam os fatores endógenos de produtividade das plantas, favorecendo a fotossíntese e acelerando a síntese proteica e dos hidratos de carbono. Modelam o desenvolvimento, melhoram os parâmetros de qualidade, aumentam a tolerância ao stresse ambiental a que as plantas, por vezes, são sujeitas (Jardin, 2015).

Os bioestimulantes influenciam o metabolismo primário das plantas como a fotossíntese, absorção de nutrientes, respiração, transporte de solutos e translocação, síntese de proteínas, formação de hidratos de carbono, lípidos, diferenciação dos tecidos e substâncias estruturais da planta. O recurso a estes produtos tem efeitos, nomeadamente, na melhoria da absorção de nutrientes do solo, pelo sistema radicular, ação na redistribuição equilibrada dos nutrientes em toda a planta e no aumento da permeabilidade das membranas celulares, o que contribui para uma melhor penetração dos elementos macro e micro para além de que estimulam uma maior reação das plantas a pragas e doenças. Permitem a ativação do crescimento e desenvolvimento das plantas através do fornecimento de compostos de rápida assimilação, como aminoácidos, extratos de algas, nutrientes principais e secundários, entre outros (Jardin, 2015; Frank, 2017).

Os bioestimulantes estão disponíveis numa vasta variedade de formulações e com ingredientes variados, mas são, geralmente, classificados em três grandes grupos com base na sua origem e conteúdo. Estes grupos incluem substâncias húmicas (HS), produtos que contêm hormonas (HCP) e produtos que contêm aminoácidos (AACP) (Jardin, 2015).

Jardin 2015 divide, ainda, os bioestimulantes em oito importantes categorias, sendo:

- Ácidos húmicos e fúlvicos;
- proteínas hidrolisadas e outros componentes contendo azoto;
- extratos de algas marinhas;
- quitosano e outros biopolímeros;

- componentes inorgânicos;
- fungos benéficos;
- bactérias benéficas;

Os ácidos húmicos e fúlvicos são substâncias húmicas (HS) constituintes naturais da matéria orgânica do solo, resultado da decomposição das plantas, animais e microrganismos. (Jardin, 2015)

As substâncias húmicas (HS) surgem de um composto heterogêneo de que são posteriormente categorizadas conforme o seu peso molecular e solubilidade em ácidos húmicos (AH), ácidos fúlvicos (AF) e huminas. Os ácidos húmicos (AH) é a fração do composto orgânico solúvel em meio alcalino e insolúvel em meio ácido ($\text{pH} < 2$), os ácidos fúlvicos (AF) é a fração solúvel em meio alcalino e ácido, e a humina é fração insolúvel em qualquer condição de pH (IQSC, 2004).

As substâncias húmicas são reconhecidas como contribuintes essenciais para a fertilidade do solo, atuando sobre propriedades físicas, químicas e biológicas. A maioria dos efeitos bioestimulantes do HS referem-se à melhoria da nutrição radicular, através de diferentes mecanismos. Um deles é o aumento da absorção de macro e micronutrientes, devido ao aumento da capacidade de troca catiónica do solo que contém HS e ao aumento da disponibilidade de fósforo pelas HS interferirem na precipitação do fosfato e do cálcio. Outra contribuição importante das HS para a nutrição da raiz é a estimulação de H^+ - ATPases de membrana, que liberta energia pela hidrólise de ATP num potencial eletroquímico transmembranar usado para a importar nitrato e outros nutrientes (Jardin, 2015).

As proteínas hidrolisadas e outros componentes contendo azoto são misturas de aminoácidos e péptidos obtidos a partir hidrólise de proteínas de forma química e enzimáticas de subprodutos agroindustriais, tanto de fontes de plantas como resíduos de colheita, quanto de resíduos de animais como tecidos epiteliais.

Esta categoria de bioestimulantes tem efeitos diretos na nutrição e crescimento das plantas, quando os hidrolisados de proteínas são aplicados quer na planta quer no solo. Por outro lado, incrementam em massa e atividade os microrganismos, o arejamento e, em geral, a fertilidade do solo (Jardin, 2015).

Os aminoácidos são constituintes básicos das proteínas, que se caracterizam por possuir um grupo amina (NH_2) e um grupo carboxilo (COOH), ligados a um átomo de carbono (C), que

por sua vez tem ligação com um hidrogénio (H) e um radical, característico de cada tipo de aminoácido.

Da totalidade dos aminoácidos produzidos pelas plantas, cerca de 300, 20 são considerados essenciais e de entre estes há aminoácidos que são preponderantes na composição das proteínas vegetais como a metionina, lisina, glicina e ácido glutâmico.

Os aminoácidos têm funções características nas plantas:

- glicina (Gli), presente na formação da clorofila;
- ácido glutâmico (Glu), considerado chave no crescimento e funcionamento dos meristemas;
- prolina (Pro) e hidroxiprolina, comprometidas com a fertilidade do grão de pólen e consistência das paredes celulares;
- alanina (Ala), relevante na generalidade dos processos fisiológicos;
- arginina (Arg) com responsabilidade ao nível do sistema radicular;
- serina (Ser) interveniente no balanço hídrico;
- fenilalanina (Fen) responsável pela formação da lenhina.

A aplicação de aminoácidos permite aumentar a qualidade e quantidade da produção, por intervirem positivamente no poder germinativo do grão de pólen, vingamento dos frutos, formação e fortalecimento dos sistema radicular, na capacidade de absorção e translocação de micronutrientes minerais, mas tal só se torna possível pela capacidade que as plantas têm em absorver aminoácidos pelas folhas e raízes, por aplicações via foliar ou por rega, o que proporciona um desenvolvimento rápido e menos dispendioso do que a síntese dos mesmos (Caço, 2007).

Os extratos de algas marinhas são uma solução recentemente utilizada na agricultura moderna, embora o uso de algas frescas como fonte de matéria orgânica e fertilizante seja antigo na agricultura, mas os efeitos bioestimulantes apenas foram registados e estudados recentemente.

O uso de extratos de algas marinhas e dos seus compostos purificados, que incluem os polissacarídeos laminarinos, alginatos, carragenanos, cada vez é mais analisado pela comunidade científica e da indústria. Estes são ricos em micro e macronutrientes, aminoácidos, esteróis, compostos que contêm N como betaínas e hormonas como citoquininas, auxinas, giberelinas. Vários compostos são de facto exclusivos da sua fonte de algas. As espécies de algas mais

utilizadas são as algas castanhas, *Ascophyllum nodosum*, *Ecklonia maxima*, e as algas vermelhas *Phymatolithon calcareum* e *Lithothamnion corallioides* (Mota, 2014; Jardim, 2015).

Estudos realizados têm apontado melhorias no vingamento, no tamanho e qualidade dos frutos com consequente aumento do rendimento da produção. Isto é promovido pelo estímulo da síntese de poliaminas endógenas, aumento da absorção de nutrientes do solo, produção de antioxidantes, estímulo das defesas naturais que permitem uma melhor proteção contra stresses bióticos e abióticos desfavoráveis e, ainda, o aumento da clorofila nas plantas, por ação das betaínas, com incremento do potencial fotossintético (Mota, 2014; Jardim, 2015; Tavares, 2016).

1.4.2 Reguladores de crescimento

Os reguladores de crescimento são substâncias químicas idênticas ou miméticas das fitohormonas naturais das plantas. No mirtilo, os reguladores de crescimentos são utilizados sobretudo com os seguintes propósitos:

- quebra da dormência onde e quando não se atingem as horas de frio adequadas;
- redução de vigor excessivo (nas variedades Rabbiteye, por exemplo);
- monda de frutos;
- aumento do tamanho do fruto;
- uniformização da maturação.

O ácido giberélico (GA3), é amplamente utilizado nos EUA, com o intuito de aumentar o maior vingamento de frutos, sobretudo em “Rabbiteye” e em mirtilos “tipo sul”; a benziladenina para aumento do diâmetro do fruto, muitas vezes em combinação com o ácido giberélico, as auxinas, que cumprem o mesmo efeito de aumento do tamanho do fruto, mas condicionam o vingamento, sendo usadas na monda de frutos. Porém, o uso de reguladores de síntese em Modo de Produção Biológico é proibido e outras soluções naturais têm que ser trabalhadas e estudadas.

1.5 Cytokin[®]

O Cytokin[®], segundo indicação do fabricante, é um bioestimulante natural promotor do crescimento vegetativo e facilitador da nutrição das plantas.

O Cytokin[®] fomenta o transporte de nutrientes, promove a formação gemas merismáticas, a divisão e diferenciação celular, aumenta o abrolhamento dos gomos, melhora a formação e fecundação das flores, a frutificação e o desenvolvimento dos frutos. Por outro lado, limita a dormência apical e favorece o desenvolvimento de gomos axilares, assim como das raízes e, em

geral, o vigor e eficiência de produtividade das plantas por sua vez retarda a senescência dos tecidos foliares e dos frutos.

A aplicação de Cytokin[®] inibe os gomos apicais e estimula o desenvolvimento dos gomos axilares fomentando-se, assim, um aumento efetivo da produtividade de mirtilos.

Segundo indicações do rótulo, o Cytokin[®] é composto por 0,01% de citoquininas naturais e 99,99% de outros componentes, conforme indicado no Quadro 1.3.

Quadro 1.3 – Formulação do rótulo do Cytokin[®]

Citoquininas, Kinetinas com atividade biológica [6-(4-hidroxi-3-metilbut-trans-2-enilamino)-purina] N6 metilaminopurina N6 dimetilaminopurina N6-isopentenylaminopurina	0,01%
Outros ingredientes	99,99%

Segundo indicações do rótulo, o Cytokin[®] deve ser aplicado por pulverização em fruteira à dosagem de 1L de Cytokin[®] para 520 L de água a aplicar pela manhã ou fim de tarde, nas seguintes fases de crescimento:

- início da primavera, até ao abrolhamento para aumentar a polinização;
- até 1 semana depois da queda das pétalas para promover a divisão celular;
- até 1 a 2 semanas antes da colheita para reduzir o stresse e a queda da fruta;
- até 20 a 30 dias depois das pétalas caírem para aumentar o tamanho dos frutos;
- mensalmente, durante o desenvolvimento e crescimento do fruto para promover a translocação de nutrientes para a produção de maiores e melhores frutos em tamanho e qualidade.

Para melhores resultados, recomenda a aplicação foliar dos micronutrientes e nutrientes secundários como o cálcio, ferro e zinco. (EPA, 2015)

1.5.1 Citoquininas

As citoquininas são hormonas vegetais que exercem funções fundamentais na regulação do crescimento e desenvolvimento das plantas superiores e atuam sobre a relação origem-destino (source –sink) dos nutrientes e fotoassimilados no interior das plantas, desempenhando, assim, um papel vital na homeostasia do organismo vegetal (Ribas, 2013).

As citoquininas têm como principal função estimular o processo a divisão celular, enquanto que as auxinas promovem o aumento da massa celular pouco organizada sem

especialização e alongamento das células. Quando a relação citoquininas/auxinas é alta, há formação de células merismáticas, que se dividem e diferenciam em gomos, caules e folhas, ao passo que, uma relação baixa com predomínio de auxinas ocorre formação apenas de caules e raízes (Ribas, 2013).

Para além dos efeitos biológicos mais marcantes das citoquininas como a divisão e diferenciação celular, estas, em ação conjunta com as auxinas, controlam a morfogénese e a formação de novos órgãos nas plantas e retardam os processos de senescência (Capaldi, 2002).

As aplicações exógenas à planta com citoquininas estimulam, portanto, a diferenciação e desenvolvimento do abrolhamento axilar em muitas espécies de plantas (Capaldi, 2002).

Dentre as diversas moléculas de citoquininas a zeatina [6-(4-hidroxi-3-metilbut-trans-2-enilamino)-purina] é a citoquinina com maior ocorrência natural (Ribas, 2013).

1.6 Glutabion®

O Glutabion® é um bioestimulante de plantas, desenvolvido para ativar os processos metabólicos de obtenção de energia necessária para quebrar a dormência e promover um abrolhamento de fruteiras de folha caduca de modo a uniformizar, antecipar a floração, melhorar a frutificação e aumentar a acumulação de açúcares.

Segundo indicações da marca, LIDA Plant Research, o Glutabion® atua na planta por ação oxirredutiva. Numa primeira fase, o produto faz com que os precursores da formação de radicais livres reproduzam os efeitos do frio, através da acumulação de espécies oxidativas que são necessárias para alcançar as horas de frio. Depois, a glutatona reduzida aumenta a capacidade antioxidante da planta, processo pelo qual ativa a respiração mitocondrial, necessária à síntese de lípidos, proteínas e açúcares essenciais à quebra da dormência e abrolhamento dos gomos.

Segundo indicações do fabricante, LIDA Plant Research, o Glutabion® é composto por aminoácidos livres, glutatona, glicina, ácido glutâmico e cisteína, precursores azoto orgânico, boro e manganês (

Quadro 1.4).

As dose de aplicação do Glutabion® em fruteiras produtoras de bagas é de 1%, aplicando-se 90 dias, antes da colheita dos frutos, e 7 dias após a primeira aplicação, tendo sempre em atenção que o volume de calda tem que ser o suficiente para molhar toda a planta, até ao ponto de escorrimento, de forma a assegurar uniformidade de aplicação em todos os gomos.

Quadro 1.4 – Formulação do rótulo do Glutabion®

Aminoácidos livres glutatona	6%
Glicina (3%)	
Glutâmico (2%)	
Cisteína (1%)	
Percursos de radicais livres	45%
Azoto total (N)	1%
Boro solúvel em água (B)	2,50%
Manganês solúvel em água (Mn)	2,50%

1.6.1 Glutatona

A glutatona é um tripeptídeo, composto pelos aminoácidos glicina, cisteína, e ácido glutâmico, e é importante na proteção celular contra a formação de radicais livres, na manutenção do balanço redox da célula, no transporte de aminoácidos e participa da regulação alostérica enzimática. É, assim, descrita como um importante agente antioxidante.

A respiração aeróbica foi uma evolução na obtenção de energia nos seres vivos, porém, este processo trouxe alguns malefícios como a produção de espécies reativas de oxigénio (EROs) extremamente tóxicas aos seres vivos (Neto, 2010).

As plantas, devido ao modo de vida estão expostas aos mais diversos fatores ambientais como frio, calor, excesso ou falta de luz, seca, alagamento, metais pesados, desequilíbrios nutricionais, entre outros fatores que podem levar ao stresse oxidativo e, consequentemente, à produção descontrolada de espécies reativas de oxigénio (EROs), extremamente tóxicas aos vegetais. Para combater essas EROs, as plantas dispõem de um sistema de defesa composto por antioxidantes enzimáticos e não enzimáticos, que trabalham em conjunto e em sincronia limpando os EROs produzidos e desintoxicando as células, fazendo com que as plantas superem situações de stresse abiótico e recuperem a homeostasia celular (Rossi, 2012).

Os antioxidantes mantêm nas células os níveis de espécies reativas de oxigénio baixos, impedindo que danos sejam causados na célula. Os níveis de espécies reativas de oxigénio presentes nas células são controlados pelos agentes antioxidantes, tais como:

- superóxido desmutase (SOD): responsável pela conversão do radical superóxido em peróxido de hidrogénio;
- ascorbato peroxidase (APX): converte o peróxido de hidrogénio em ascorbato;
- catalase (CAT): transforma peróxido de hidrogénio em água;
- glutathione redutase (GR): controla os níveis de glutathione reduzida, poderoso antioxidante não enzimático;
- glutathione S-transferase: pode atuar no combate ao peróxido de hidrogénio.

Nas plantas, diversas enzimas são envolvidas na resposta a estresses abióticos. Porém o combate ao peróxido de hidrogénio (H_2O_2) gerado no cloroplasto e ao citosol acontece através do ciclo ascorbato/glutathione, mecanismo de desintoxicação alternativo e mais eficiente contra H_2O_2 onde este é removido durante uma série de reações enzimáticas que envolvem, dentre outras enzimas, a glutathione redutase.

A glutathione redutase pode ser encontrada tanto em cloroplasto como em mitocôndria, mas a sua síntese ocorre no citoplasma da célula de onde é direcionada para os organelos. A glutathione redutase ocorre de forma quase universal, em procariotas e eucariotas, como bactérias heterotróficas e autotróficas até plantas e animais superiores.

A glutathione redutase é a enzima responsável por catalisar a redução da glutathione oxidada para glutathione reduzida. A enzima desempenha um papel importante na defesa contra o stresse oxidativo, pois mantém o equilíbrio entre os níveis de GSSG e GSH na célula. A GSH é uma molécula importante dentro do sistema celular, participa no ciclo ascorbato-glutathione e ainda na síntese de fitoquelatinas. As glutathione S-transferases são enzimas que catalisam a conjugação de glutathione reduzida a substratos hidrofóbicos eletrofílicos, como xenobióticos. Várias classes de glutathione S-transferases foram identificadas em plantas, respondendo aos mais diversos tipos de stresses bióticos ou abióticos (Santos, 2011; Camargo, 2013).

1.6.1.1 Relação glutathione e quebra de dormência

Segundo estudos Santos 2011, a quantidade de glutathione presente nos gomos está intimamente relacionada com a quebra de dormência das plantas (Santos, 2011).

Os processos fisiológicos internos envolvidos na entrada e na saída da dormência têm sido relacionados com modificações na estrutura celular e no metabolismo energético dos gomos, como a atividade das enzimas, síntese de nucleótidos, síntese de proteínas, fluxo de hidratos de carbono, consumo de nutrientes, translocação de reservas a curta distância e regulação hormonal.

Cumulativamente, estudos acerca da dormência de gomos e até mesmo de sementes, independentemente da espécie, estão sempre em evidência as espécies reativas de oxigênio H_2O_2 , O_2^- , OH , e as enzimas relacionadas à manutenção do estado redox celular (Santos, 2011).

A tolerância das plantas a estágios de dormência do seu desenvolvimento depende de mecanismos para combater radicais livres, como a proteção de grupos tióis em proteínas através de moléculas de glutathione. A cianamida hidrogenada, substância proibida no Modo de Produção Biológico, é por exemplo um inibidor da enzima catalase, e influencia diretamente na quebra da dormência dos gomos, independentemente da espécie. Isto evidencia que o metabolismo oxidativo da célula pode ter influência sobre os processos de dormência e, possivelmente, ser um candidato ao mecanismo de controle dos efeitos da temperatura sobre os vários processos relacionados com a dormência. Portanto, a determinação dos níveis de glutathione reduzida e oxidada pode apresentar-se como uma estratégia de análise para se caracterizar as relações entre o metabolismo oxidativo e a evolução do estado de dormência (Santos, 2011).

Santos, 2011, no seu estudo comparativo da evolução de glutathione total e oxidada em macieiras, concluiu que a variação total é inteiramente dependente da quantidade de glutathione oxidada, indicando que a acumulação de frio está diretamente associado ao aumento do metabolismo oxidativo nos gomos. Com esse parâmetro, foi possível caracterizar o contraste fisiológico entre as suas duas cultivares de macieira estudadas em relação à exigência de frio hibernar para superar a dormência. Concluiu portanto que:

- os teores de glutathione total aumentam no final do ciclo de dormência, em conjunto com uma crescente oxidação desta molécula, atingindo o pico de quantidade e oxidação às vésperas do abrolhamento;
- nas diferentes variedades a quantidade e a época de acumulação de glutathione em gomos dormentes varia e caracteriza a variedade;
- a relação de glutathione oxidada/reduzida permitem caracterizar o estado fisiológico de dormência em que o gomo se encontra. (Santos, 2011).

1.6.2 Azoto

O azoto (N) é um macro nutriente absorvido em grandes quantidades e um importante constituinte de um grande número de compostos encontrados nas células vivas, como os aminoácidos, proteínas e ácidos nucleicos (Ferreira, 2009).

O azoto está presente em todas as proteínas na concentração de aproximadamente 16% da massa. Os compostos azotados são elementos limitantes ao crescimento e desenvolvimento das plantas e interfere ativamente nas mudanças fisiológicas como na embriogénese somática e organogénese (Semprebom, 2008).

O azoto orgânico, composto por aminoácidos, é o mais rapidamente assimilado e fixado às cadeias de carbono durante o metabolismo e síntese de proteínas, quando comparado com outras fontes inorgânicas de azoto. Ao suplementar as plantas com aminoácidos ou preparações de proteínas hidrolisadas, intensifica-se o crescimento vegetal.

Os órgãos em crescimento ou órgão e tecidos de reserva são locais de síntese proteica especialmente intensa, pelo contrário folhas senescentes são locais de degradação. A síntese proteica confere uma alta e rápida capacidade de adaptação molecular funcional e fisiológica da planta em relação ao meio (Semprebom, 2008).

As fontes de azoto exercem uma forte influência sobre o balanço hormonal auxinas /citoquininas, cujos conteúdos endógenos variam acentuadamente dependendo da fonte de azoto utilizada (Semprebom, 2008).

1.6.3 Boro

O boro (B) é um micro nutriente necessário em ínfimas quantidades e tem um papel importante no alongamento das células, na síntese de ácidos nucleicos, nas respostas às fitohormonas e na integridade estrutural da parede celular (Emmanuel, 2011).

A carência deste nutriente na planta tem como consequência uma redução do comprimento dos ramos, apesar de manter o mesmo número de nós. Além disto, a falta de boro, frequentemente deficitário em solos muito ácidos ou alcalinos, e devido a sua baixa mobilidade, pode provocar o aparecimento de manchas cloróticas nas folhas jovens e gomas apicais, afeta ainda o bom crescimento da maioria dos órgãos, como raízes e flores, intervém na germinação do pólen, alongamento do tubo polínico e fecundação, garantindo a formação de frutos e semente, sendo fator determinante da produção (Cristobal, 2008; Emmanuel, 2011; Madeira, 2016).

A carência em boro pode também levar a planta a perder a dominância apical e esta pode ficar altamente ramificada. Além disso, estruturas como frutos podem exibir necroses ou anormalidades relacionadas com a degradação de tecidos internos (Cristobal, 2008; Emmanuel, 2011).

1.6.4 Manganês

O manganês é um micronutriente, elemento consumido em pequena quantidade, mas fundamental para um crescimento ótimo das plantas.

Os íons Mn^{2+} ativam algumas enzimas na célula, em particular, descarboxílasas e desidrogenases envolvidas no ciclo de Krebs (respiração). No entanto, a função mais bem definida do Mn^{2+} é a sua participação na reação da fotossíntese na qual o O_2 é produzido a partir da água (Jaoud, 2008; Emmanuel, 2011).

As carências de Mn na cultura do mirtilo são raras, uma vez que a sua disponibilidade é elevada na gama de valores ótimos para o mirtilo e geralmente é abundante nos solos. No entanto, em caso de carência existe uma redução da produtividade, notando-se sintomas, como necrose internervoral e também pequenas manchas necróticas no meio das folhas, quer jovens quer velhas. Além destes sintomas críticos, as folhas podem ser mais pequenas (Madeira, 2016).

1.7 Sulfato de potássio

Neste trabalho de ensaio utilizou-se também o fertilizante sulfato de potássio K_2SO_4 da marca “Krista SOP Yara” com 51% de potássio K e 18% de enxofre S. Este fertilizante, segundo o fabricante, é altamente puro e 100% solúvel em água indicado para aplicações em fertirrega, hidroponia e via foliar (KristaTM Sop, s.d.).

Na indisponibilidade de bibliografia indicadora de dosagens já estudadas acerca da aplicação de sulfato de potássio com elemento indutor de quebra de dormência, aplicaram-se 10g por planta (Raúl Rodrigues, comunicação pessoal).

O potássio é um macronutriente importante ao metabolismo das plantas com grande influência na produção de frutos. O potássio está intimamente ligado à qualidade da fruta, influenciando de forma relativamente direta o teor de sólidos solúveis e a concentração de ácido ascórbico, a que se somam outras características como cor mais intensa, maior resistência e duração pós colheita.

O potássio é absorvido na forma de K, atua como coenzima ou ativador de várias reações enzimáticas, síntese de proteínas, regula o pH celular e influencia o crescimento e desenvolvimento das plantas. Tem um papel importante na regulação osmótica controlando o funcionamento das células guardas dos estomas. Promove a captação de água no solo e a sua retenção nos tecidos e implica-se no transporte a longa distância de água e assimilados no floema e no xilema.

O crescimento e a floração respondem de forma positiva a crescentes níveis de potássio, em especial quando as reservas do solo nesse nutriente são pequenas. Este elemento é normalmente associado à precocidade da colheita, melhora o vingamento, o tamanho dos frutos e as suas principais qualidades como o sabor (Madeira, 2016).

1.7.1 Enxofre

O enxofre (S) é um macronutriente secundário e é absorvido sob a forma de sulfato SO_4^{2-} . O enxofre interfere em etapas importantes do crescimento e desenvolvimento das plantas e formação de sementes.

É parte da estrutura celular, interfere na produção de enzimas e vitaminas, é imprescindível na formação da clorofila, participa no transporte fotossintético e respiratório de elétrons, interfere na produção de aminoácidos, proteínas e ainda de glutathione, conforme se pode perceber pela Figura 1.4 (Taiz, 2017).

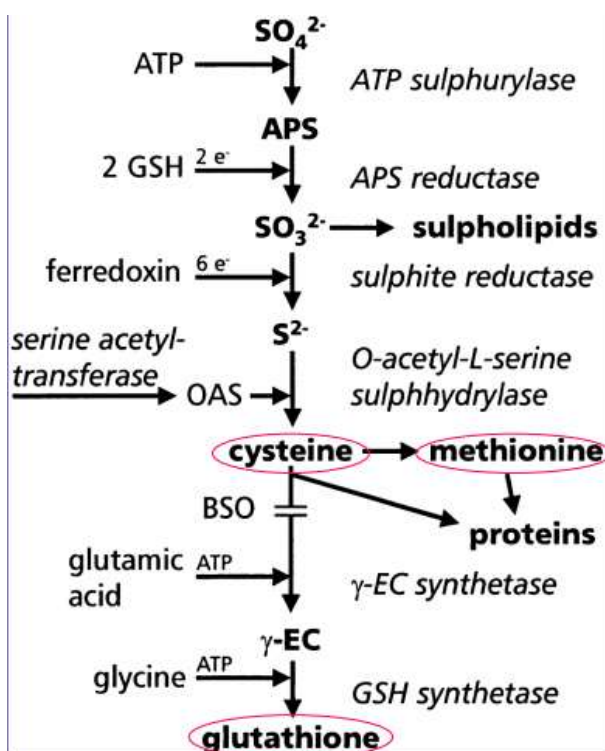


Figura 1.4 - Utilização do sulfato na formação de proteínas e glutathione.

Com este trabalho tem-se como objetivo estudar os efeitos dos produtos bioestimulantes naturais, o Cytokin[®] e o Glutabion[®], na quebra de dormência, produtividade e qualidade de mirtilos das variedades Draper e Ozarkblue. Estes produtos são de origem natural e, por isso,

passíveis de serem integrados na lista de fatores de produção autorizados para o Modo de Produção Biológico.

Por outro lado, pretende-se, também, contribuir para o estudo da viabilidade da aplicação destes produtos, Cytokin[®] e Glutabion[®], de forma a poderem ser resposta e solução para os agricultores do Modo de Produção Biológico em invernos amenos, problema este, cada vez mais frequente, tendo em conta as alterações climáticas e o aquecimento global verificado, levando à deficitária vernalização das plantas de mirtilo e, conseqüentemente, à baixa de produção e maior escalonamento da produção.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização do ensaio.

O ensaio foi realizado exploração agrícola de Tadeu Alves com cerca de 4 ha localizada no concelho de Vila Verde, freguesia de Pico de Regalados.

A escolha deste local prendeu-se com o facto de a exploração já ter três anos de instalação e plantas de mirtilo se encontrarem perfeitamente desenvolvidas e em plena produção. A localização do ensaio na exploração é indicada pela Figura 2.1



Figura 2.1 – Local de realização do ensaio na exploração de Tadeu Alves.

2.2 Parcela e marcação das plantas.

A parcela da exploração escolhida para o ensaio é composta pelas duas variedades estudadas Ozarkblue e Draper ambas plantadas em camalhão de cerca 30cm de largura e 25cm de altura, sendo o compasso de plantação para ambas as variedades iguais, 1metro na linha e 3 metros na entrelinha.

As plantas foram marcadas a 15 de fevereiro em grupos de 4 plantas por tratamento sendo as duas plantas centrais utilizadas para observação e duas periféricas consideradas plantas guarda de forma a evitar contaminações entre tratamentos.

Com placas amarelas marcaram-se os respetivos tratamentos e com etiquetas marcaram-se quatro ramos por tratamento para observação da evolução da fenologia (Figura 2.2).



Figura 2.2 – Sinalética utilizada para marcação do ensaio.

2.3 Tratamentos e disposição do ensaio.

No ensaio foram utilizados diferentes produtos com quatro repetições por cada modalidade, sendo que a modalidade 1 representou a testemunha onde o tratamento foi apenas feito com água, a modalidade 2 representou o tratamento onde o Cytokin® foi aplicado à dose de 0,5L/ha, a modalidade 3 o tratamento feito com Glutabion® à dose de 10kg/ha e por último a modalidade 4 onde o tratamento foi feito com sulfato de potássio à dose de 10g/planta, conforme descrito no Quadro 2.1.

Quadro 2.1 – Doses de produto utilizada nos diferentes tratamentos.

Modalidade	Tratamento	Dose
1	Testemunha	Água
2	Citokin®	0,5l/ha
3	Glutabion®	10kg/ha
4	Sulfato de potássio	10g/planta

A distribuição das diferentes modalidades na parcela foi feita de modo a que estas ficassem homoganeamente distribuídas entre si e na parcela, conforme Figura 2.3.

OZARKBLUE	1	2	3	4
	2	3	4	1
	3	4	1	2
	4	1	2	3
DRAPPER	1	2	3	4
	2	3	4	1
	3	4	1	2
	4	1	2	3
	R1	R2	R3	R4

Figura 2.3 – Distribuição dos tratamentos no ensaio: 1 testemunha; 2 Cytokin®; 3 Glutabion®; 4 sulfato de potássio. R1- repetição numero 1; R2-repetição numero 2; R3-repetição número 3; R4- Repetição numero 4.

2.3.1 Aplicação dos produtos.

Os produtos Cytokin®, Glutabion® e Sulfato de Potássio foram aplicados em ambas as variedades Draper e Ozarkblue no dia 16 de Fevereiro de 2016 com 525 horas de frio acumuladas e as plantas se encontravam no estágio fenológico de “gomo dormente (00/97)”.

Os produtos foram aplicados através método de pulverização, usando-se um pulverizador de dorso de jato projetado com bico de turbulência ALBUZ verde, onde se fez previamente um ensaio em banco e posteriormente o cálculo das quantidades dos produtos a aplicar na calda Quadro 2.2.

Cada modalidade incluiu um total de 16 plantas por variedade, compostas 4 plantas de cada tratamento e 4 repetições.

Quadro 2.2 – Caldas preparadas para aplicação nas diferentes modalidades.

Caldas feitas	Modalidade
Testemunha 2L água limpa	1
Cytokin® 48ml/2L água	2
Glutabion® 96g/2l água	3
Sulfato de potássio 320g/2L água	4

2.4 Recolha de dados de campo

2.4.1 Evolução dos estados fenológicos.

Para estudo da evolução da fenologia das plantas entre os diferentes tratamentos procedeu-se à primeira observação no dia 12 de março de 2016, tendo-se posteriormente acompanhado a evolução do estado fenológico das plantas sujeitas ao estudo com visitas semanais até ao dia 17 de julho de 2016.

As observações foram feitas conforme Santos 2015, onde utilizou a escala BBCH conjugada com a a escala de classificação dos estados fenológicos do mirtilo na Universidade de Michingan – Escala MSU). As Figura 2.4 a Figura 2.6 representa o modelo utilizado para avaliar o desenvolvimento reprodutivo e vegetativo.

Gomo dormente (00/97)	Inchamento do gomo (51)	Abrolhamento (53)
		
Gomos dormentes completamente fechados sem sinais visíveis de desenvolvimento.	Gomos florais começam a inchar aumentando de volume e a abrir, sendo visíveis as escamas mais claras do interior.	Gomos florais abrem, identificando-se as flores entre as escamas.
Gomo floral verde (55/56)	Gomos iniciais rosa (57)	Gomos finais rosa (59)
		
As flores individuais ainda fechadas começam a separar-se, sendo distinguíveis na inflorescência.	As corolas adquirem tom rosa, alongam-se mas encontram-se fechadas.	As corolas atingem o tamanho final. A maior parte das flores da inflorescência estão completamente separadas
Início da floração (61)	Plena floração (65)	Queda das corolas (67/69)
		
Cerca de 10% das flores já estão abertas.	Pelo menos 50% das flores estão abertas.	Fim da floração, vingamento dos frutos. As corolas brancas começam a cair, observando-se os pequenos frutos verdes.

Figura 2.4 - Modelo de observação fenológica para desenvolvimento reprodutivo (Santos, 2015).







Crescimento do fruto (71)	Fruto verde (78)	Maturação/coloração (81)
		
As pequenas bagas verdes crescem atingindo cerca de 10% do seu tamanho final. No entanto os tamanhos das bagas variam, desde bagas grandes a tamanho de ervilha.	Cerca de 80% das bagas atinge o seu tamanho final e apresenta cor verde com alguns tons rosa claro.	Início da coloração dos frutos. As bagas começam a mudar da cor verde para rosa escuro e depois azul. Começam a ficar moles.
10% frutos maduros(83)	25% frutos maduros(85)	75% frutos maduros(87)
		
Cerca de 10% das bagas isoladas estão maduras e prontas para a colheita.	Cerca de 25% das bagas isoladas estão maduras e prontas para a colheita. Esta fase por vezes coincide com a primeira colheita das bagas maduras.	Os Mirtilos são colhidos consoante amadurecem. Por vezes em 2 ou 3 colheitas. Este estado fenológico às vezes coincide com a 2ª colheita, podendo nunca ser observado no campo.

Figura 2.5- Modelo de observação fenológica para desenvolvimento vegetativo (Santos, 2015).







Ponta verde (10P)	Fim ponta verde (11P)	Saída das folhas (31)
		
Observam-se os primeiros sinais do desenvolvimento vegetativo.	Os gomos foliares isolados começam a inchar e a abrir, sendo visível as folhas verdes exteriores.	Múltiplas folhas emergem dos gomos foliares e desenrolam-se. As folhas expandem-se e o crescimento da parte aérea começa.
Folhas livres (39)	Iniciação dos gomos florais/foliares (00)	Coloração (92)
		
Termina o primeiro nível do crescimento em altura da planta, deixando de aparecer novas folhas. Pode-se constatar este fenómeno pela presença de uma pequena folha morta na base da última folha do ramo (zona apical).	Nesta fase verifica-se a iniciação dos florais/foliares que irão abrolhar na campanha seguinte.	No final da fase de crescimento, as folhas mudam de cor, em resposta à mobilização dos nutrientes das folhas para os gomos de crescimento.

Figura 2.6 – Modelo de observação fenológica para desenvolvimento vegetativo (Santos, 2015).

2.4.2 Avaliação da produção e contagem de frutos.

Para avaliação do efeito dos produtos na produção de mirtilos, no dia 30 de maio de 2016 procedeu-se à contagem de frutos e pernadas por plantas na variedade Draper e no dia 12 de julho procedeu-se à mesma contagem na variedade Ozarkblue.

A contagem dos frutos fez-se sem destacar os frutos da planta contando-se todos os frutos presentes quer maduros ou verdes e a contagem das pernadas fez-se à altura de 20 cm da coroa das plantas.

2.4.3 Avaliação da qualidade dos frutos e recolha dos dados de laboratório.

Para verificação do efeito dos bioestimulantes na qualidade dos mirtilos à colheita procedeu-se ao controlo de maturação em laboratório, analisando-se os seguintes parâmetros;

- peso médio de 100 frutos;
- °Brix;
- pH;
- acidez;
- percentagem de matéria seca.

O controlo de qualidade dos mirtilos da variedade Draper foi realizada no dia 30 de Junho e da variedade Ozarkblue realizou-se no dia 14 de julho de 2016.

Pela manhã procedeu-se à colheita de 10 frutos maduros na variedade Draper e 20 na Variedade Ozarkblue ao acaso por cada modalidade e repetição tendo estes sido colocados em sacos de plásticos devidamente etiquetados e posteriormente transportados até ao laboratório da escola ESA-IPVC para análise.

2.4.3.1 Peso médio de 100 frutos.

Para se determinar o peso médio de 100 frutos utilizou-se uma balança de precisão modelo Mettler PM460 Delta Range®, tendo-se feito a pesagem 10 frutos na variedade Draper, e de 20 na variedade Ozarkblue extrapolando-se posteriormente para o 100 frutos.

2.4.3.2 Grau Brix

Para controlo do parâmetro °Brix procedeu-se ao esmagamento manual de 5 frutos previamente colocados num saco de plástico resistente, removeram-se os resíduos grosseiros como as peles dos frutos de modo a que restasse apenas a polpa dos mirtilos.

Uma vez que a polpa era espessa e em quantidade reduzida procedeu-se a uma diluição de 10% com água pura e procedeu-se à medição do °Brix com recurso a um refratómetro eletrónico.

2.4.3.3 pH e acidez

Para medição do pH e acidez dos mirtilos recorreu-se ao titulador automático com potenciómetro CRISON – PH – Burette 24, previamente calibrado. Este aparelho é munido de

duas sondas onde faz o registo de pH e acidez simultaneamente. Para controlo destes parâmetros colocou-se a diluição da polpa previamente feita em agitação permanente e mergulharam-se as sondas, registou-se o pH em primeiro lugar e depois deu-se início à titulação registando-se no fim a quantidade de solução de hidróxido de sódio (0,1 mol/L) gasta para equilibrar a solução.

2.4.3.4 Percentagem de matéria seca

Para determinação da percentagem de matéria seca (%MS) dos frutos, pesaram-se 5 frutos inteiros na variedade Draper e 10 na Variedade Ozarkblue por cada modalidade e repetição em balança analítica do laboratório e colocaram-se estes em sacos de papel devidamente identificados e colocados na estufa de desidratação à temperatura de 61°C com ventilação durante 5 dias.

Após desidratação dos frutos em estufa procedeu-se novamente à pesagem dos frutos secos. E por diferença de peso, entre peso fresco e seco, achou-se a percentagem de matéria seca dos mirtilos.

$$(\text{peso fresco} - \text{peso seco}) \times 100 = \% \text{ matéria seca}$$

3 RESULTADOS

3.1 Evolução dos estados fenológicos.

Em observação da evolução da fenologia com base nas Figuras 2.4 e 2.5, verificou-se que na variedade Draper as modalidades Cytokin[®], Glutabion[®] e Sulfato de Potássio atingiram 25% das plantas abrolhadas aos 81 dias e a Testemunha apenas o atingiu aos 90 dias do ano 2016. As modalidades Cytokin[®], Glutabion[®] e Sulfato de Potássio adiantaram assim o abrolhamento das plantas de mirtilo em relação à testemunha 9 dias, Figura 3.1.

Contudo a duração da plena floração foi mais concentrada na modalidade Cytokin[®] e Sulfato de Potássio, durando apenas 11 dias, seguida da Testemunha com 18 dias e por tempo mais alargado o Glutabion[®] com 25 dias. Porém o crescimento dos frutos iniciou-se mais cedo e foi mais prolongado também na modalidade Cytokin[®] e Sulfato de Potássio com uma duração de 36 e 42 dias respetivamente, ao passo que a modalidade Glutabion[®] iniciou a fenofase de crescimento dos frutos ao mesmo tempo que a Testemunha, embora, tenha sido mais prolongada, durando 28 e 21 dias respetivamente, Figura 3.1.

Apesar das diferenças verificadas na iniciação e duração da plena floração, nas diferentes modalidades da variedade Drapper, todas as modalidades atingiram 25% dos frutos maduros ao mesmo tempo, aos 179 dias do ano 2016 (Figura 3.1).

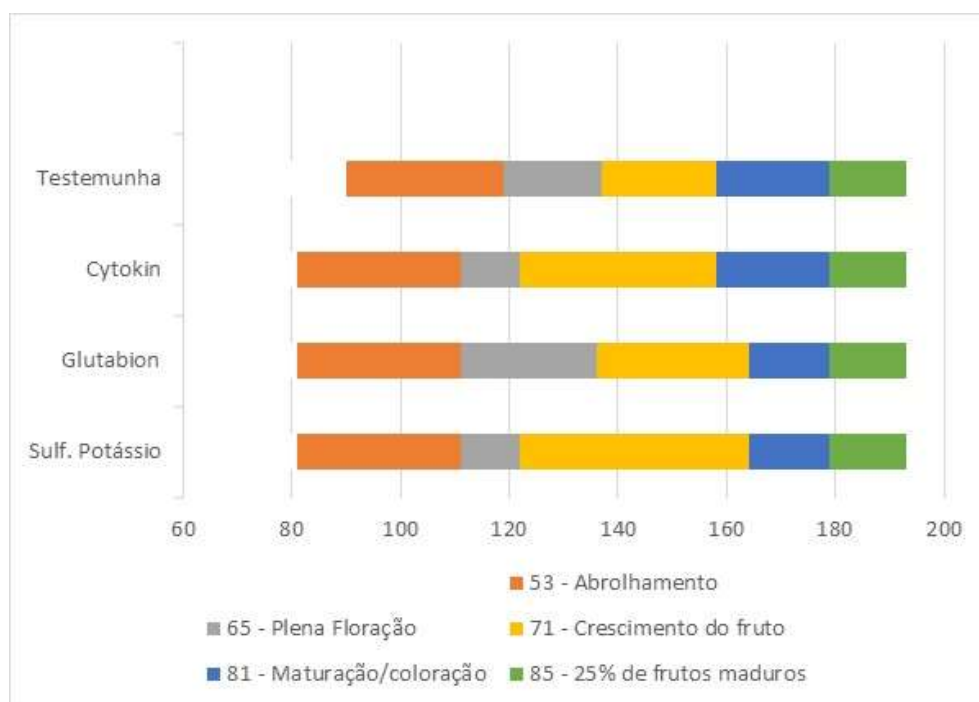


Figura 3.1 – Número de dias a contar do dia 1 de Janeiro de 2016, para a ocorrência das diferentes fenofases, nos tratamentos Testemunha, Cytokin[®], Glutabion[®] e Sulfato de Potássio na variedade Draper.

Em observação da evolução da fenologia, das diferentes modalidades na variedade Ozarkblue, verificou-se que as modalidades Cytokin[®], Glutabion[®] e Sulfato de Potássio atingiram 25% das plantas abrolhadas ligeiramente mais cedo que a Testemunha. Sendo que o tratamento com Cytokin foi o que mais cedo iniciou o abrolhamento, aos 76 dias do ano 2016, seguido do Glutabion e Sulfato de Potássio simultaneamente aos 81 dias e por último a Testemunha aos 83 dia do ano 2016, Figura 3.2.

Contudo apesar das diferenças na iniciação do abrolhamento, o início e duração das fenofases, 65 plena floração, 71 crescimentos do fruto, 81 maturação/coloração e 85 25% de frutos maduros ocorreu ao mesmo tempo em todas as modalidades Figura 3.2.

Na variedade Ozarkblue, o início da plena floração ocorreu em todos os tratamentos aos 118 dias do ano 2016 e demorou 18 dias, tendo-se iniciado de seguida o crescimento dos frutos aos 136 dias e perlongou-se por 35 dias, seguido da maturação com início aos 171 dias com uma demora de 21 dia e por fim atingiu-se 25% de frutos maduros aos 192 dias do ano 2016, Figura 3.2.

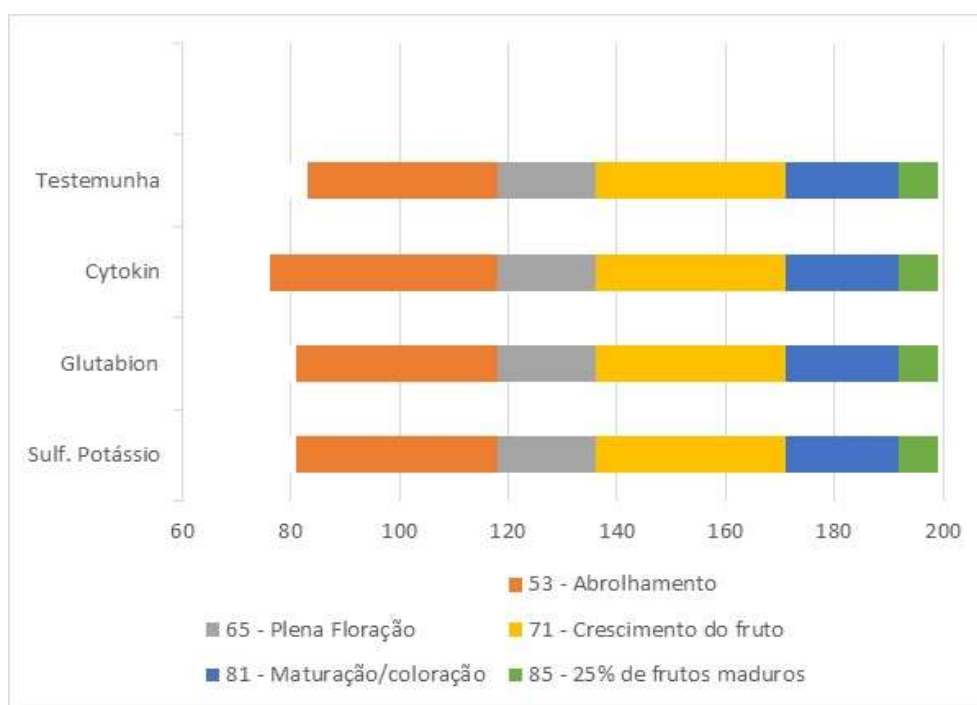


Figura 3.2 - Número de dias a contar do dia 1 de Janeiro de 2016, para a ocorrência das diferentes fenofases, nos tratamentos Testemunha, Cytokin[®], Glutabion[®] e Sulfato de Potássio na variedade Ozarkblue.

3.2 Avaliação da produção.

Em análise aos resultados obtidos no ensaio quando ao número de frutos por planta, entre as diferentes modalidades, não se verificaram diferenças estatisticamente significativas e o mesmo resultado se verificou em ambas as variedades Draper e Ozarkblue.

Porém, apesar de não se terem verificado diferenças estatisticamente significativas, a modalidade Glutabion® quer na variedade Draper ou Ozarkblue influenciou positivamente o número médio de frutos por plantas, com 493 e 1094 respetivamente Figura 3.3 e Figura 3.4. Contudo na variedade Draper a modalidade Glutabion® produziu mais frutos seguido depois da modalidade Sulfato de Potássio, Testemunha e Cytokin® com 353, 340 e 325 frutos por planta respetivamente. Já na variedade Ozarkblue as modalidades que se seguiram em produtividade foram o Sulfato de Potássio, Cytokin® e Testemunha com 1085, 980 e 663 média frutos por planta respetivamente.

Analisando as produções das variedade Ozarkblue, pode verifica-se que, as modalidades Glutabion®, Cytokin® e Sulfato de Potássio influenciam positivamente a produção em relação à testemunha, Figura 3.4. Esta tendência, no entanto, não se verifica na variedade Darper, Figura 3.3, provavelmente devido ao ataque de *Phitophthora* que atacou diversas plantas desta variedade que estavam em estudo o que não aconteceu na variedade Ozarkblue.

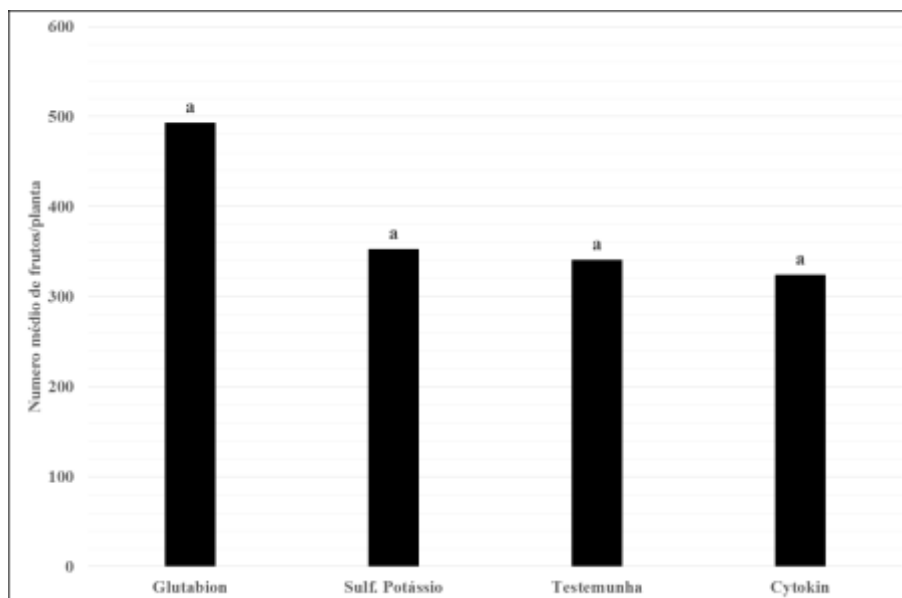


Figura 3.3 – Comparação da produção de mirtilos, número médio de frutos por planta, nas diferentes modalidades, Testemunha, Cytokin®, Glutabion® e Sulfato de Potássio da variedade Draper. Letras diferentes correspondem a diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).

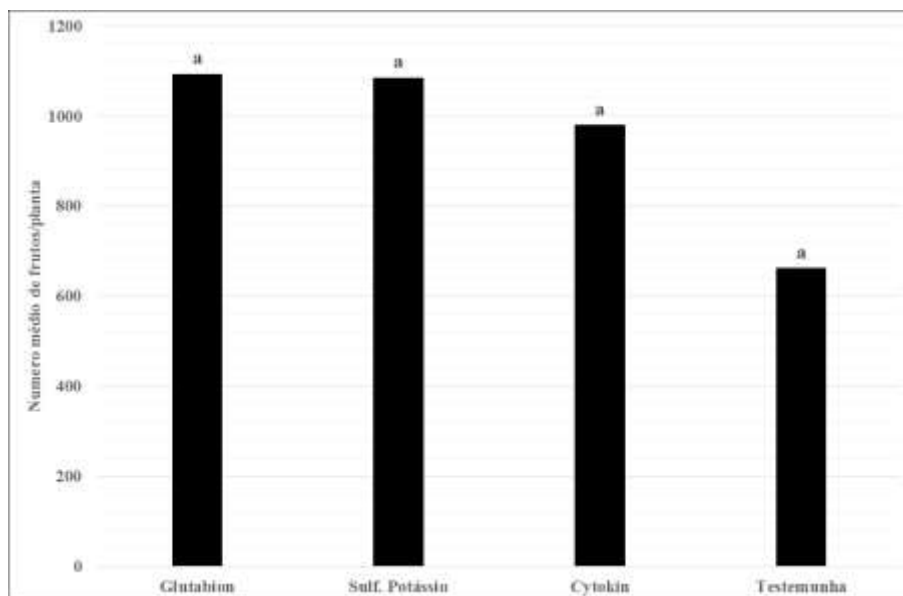


Figura 3.4 – Comparação da produção de mirtilos, número médio de frutos por planta, nas diferentes modalidades, Testemunha, Cytokín®, Glutabion® e Sulfato de Potássio da variedade Ozarkblue. Letras diferentes correspondem a diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).

3.3 Avaliação da qualidade dos mirtilos Draper e Ozarkblue.

3.3.1 Peso médio de 100 frutos

Em análise dos resultados do peso médio de 100 frutos de mirtilo entre as diferentes modalidades, Testemunha, Cytokín®, Glutabion® e Sulfato de Potássio, não se verificaram diferenças estatisticamente significativas e em ambas as variedades Draper e Ozarkblue

Contudo em ambas as variedades Draper e Ozarkblue verificou-se que, a modalidade Cytokín®, Glutabion® e Sulfato de Potássio produziram frutos mais pesados em relação à Testemunha Figura 3.5 e Figura 3.6.

Na variedade Draper a modalidade produtora de frutos mais pesados foi o Glutabion® seguido do Cytokín®, Sulfato de Potássio e Testemunha com 235,8g, 231,91g, 217,34g e 197,4g de peso médio de 100frutos respectivamente.

Na variedade Ozarkblue a modalidade produtora de frutos mais pesados foi o Sulfato de Potássio, seguido do Cytokín®, Glutabion® e por fim a Testemunha com 276,55g, 276,37g, 266,1g e 258,48g respectivamente Figura 3.5 e Figura 3.6.

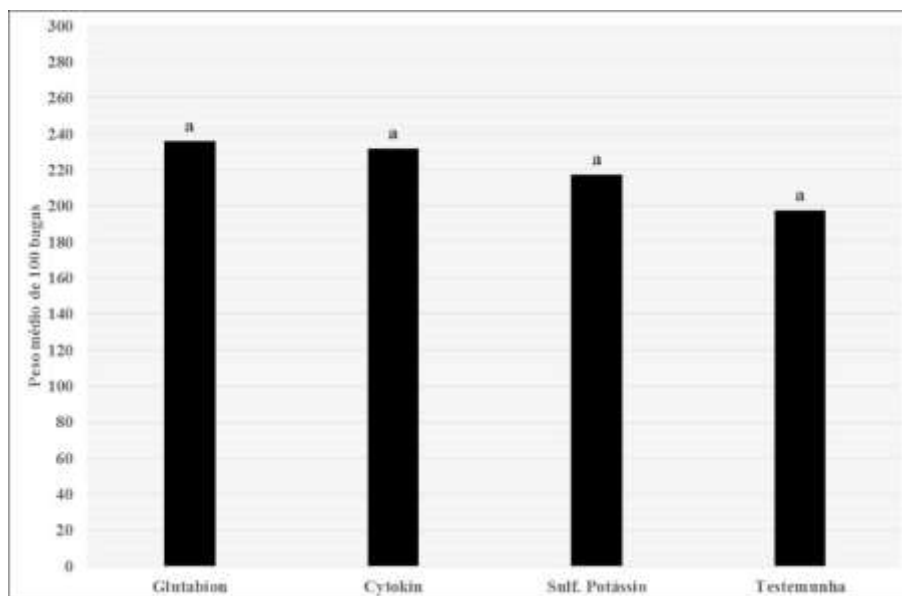


Figura 3.5 - Comparação do peso médio de 100 bagas em gramas (g), nas diferentes modalidades, Testemunha, Cytokin®, Glutabion® e Sulfato de Potássio da variedade Draper. Letras diferentes correspondem a diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).

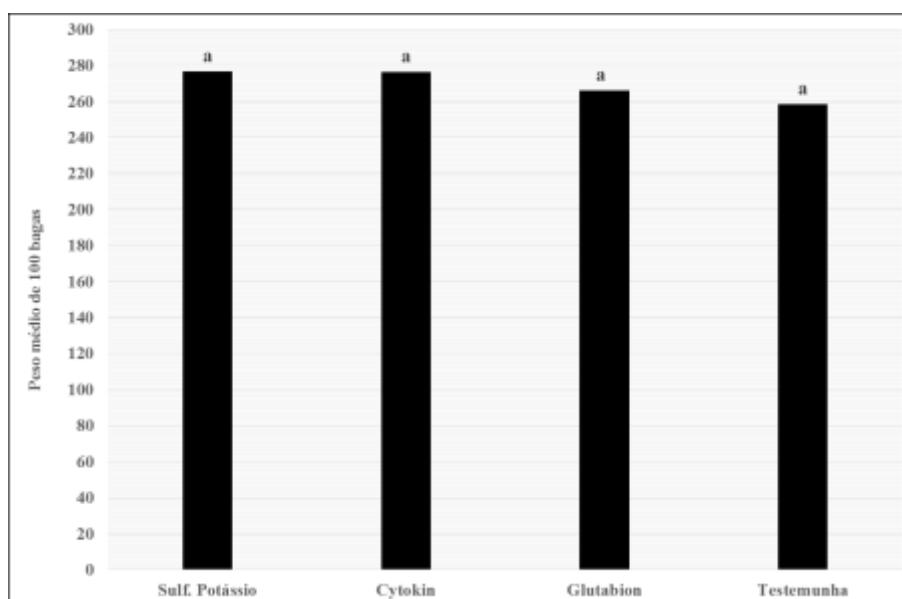


Figura 3.6- Comparação do peso médio de 100 bagas em gramas (g), nas diferentes modalidades, Testemunha, Cytokin®, Glutabion® e Sulfato de Potássio da variedade Ozarkblue.. Letras diferentes correspondem a diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).

3.3.2 °Brix

Os resultados obtidos entre as diferentes modalidades Testemunha, Cytokin®, Glutabion® e Sulfato de Potássio não demonstraram qualquer diferença significativa entre elas e em ambas as variedades Draper e Ozarkblue.

Apesar de não existirem diferenças significativas, pode verificar-se que as modalidades Glutabion[®], Cytokin[®] e Sulfato de Potássio produziram frutos com maior °Brix em relação à testemunha Figura 3.7 e Figura 3.8.

Na variedade Draper o °Brix mais elevado foi do Cytokin[®], seguido do Glutabion[®], Sulfato de Potássio e por fim a Testemunha com 8,04, 7,76, 7,68 e 7,48°Brix respetivamente.

Na variedade Ozarkblue o °Brix mais elevado foi Glutabion[®], seguido do Sulfato de Potássio, Cytokin[®], e por fim a Testemunha com 11,85, 11,73, 11,67 e 11,77 °Brix respetivamente.

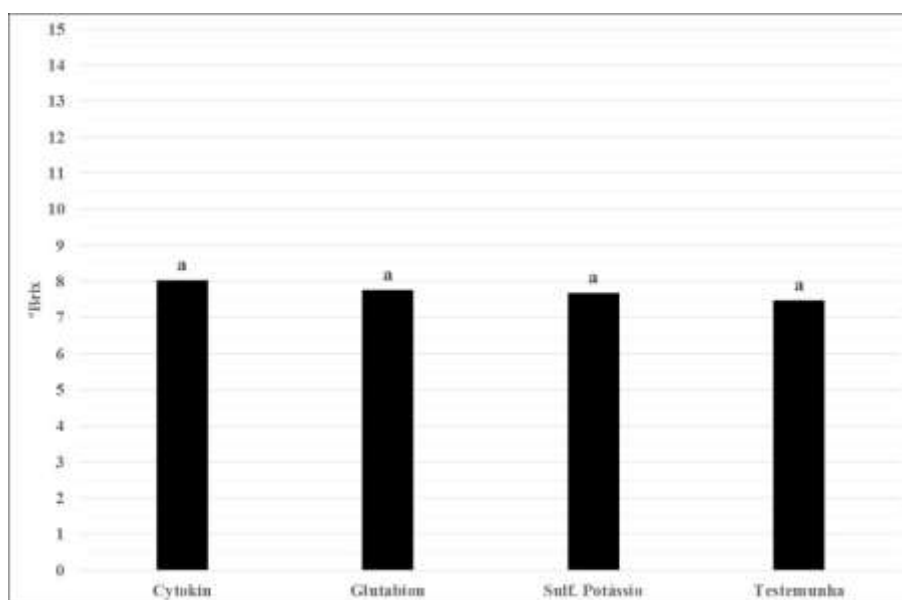


Figura 3.7 – Comparação do grau Brix, nas diferentes modalidades, Testemunha, Cytokin[®], Glutabion[®] e Sulfato de Potássio da variedade Draper. Letras diferentes correspondem a diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).

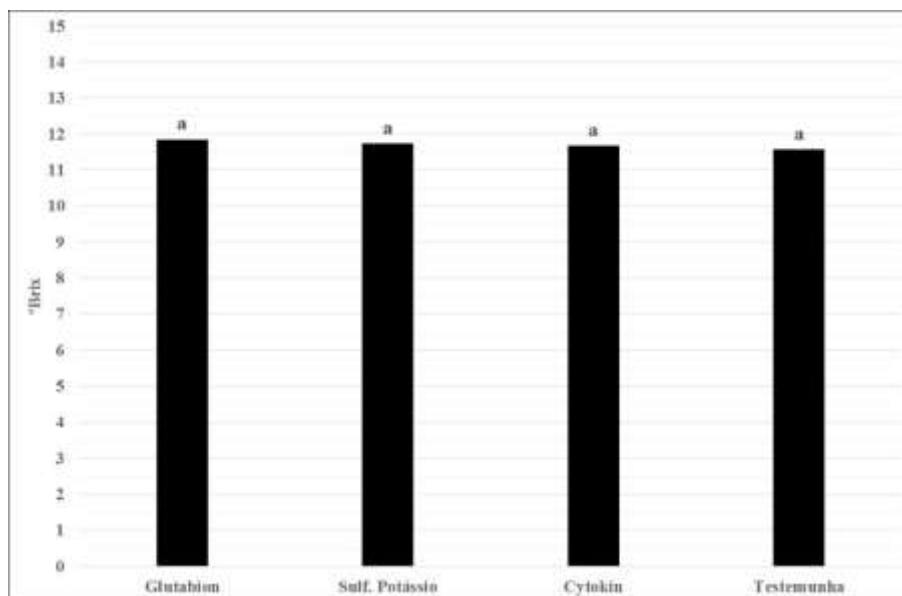


Figura 3.8 – Comparação do grau Brix, nas diferentes modalidades, Testemunha, Cytokin®, Glutabion® e Sulfato de Potássio da variedade Ozarkblue. Letras diferentes correspondem a diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).

3.3.3 pH

Os resultados obtidos no pH dos frutos entre as diferentes modalidades Testemunha, Cytokin®, Glutabion® e Sulfato de Potássio não revelaram qualquer diferença estatisticamente significativa entre estas e o mesmo se verificou em ambas as variedades Draper e Ozarkblue (Figura 3.9 e Figura 3.10).

Na variedade Draper a modalidade Cytokin® teve um valor médio de pH de 3,11, seguido do Glutabion® com 3,10 e Sulfato de potássio e Testemunha com igual valor de 3,06 valores de pH.

Já na variedade Ozarkblue os valores de pH foram de 3,28 na modalidade Glutabion® e Sulfato de Potássio seguido de 3,24 Na Testemunha e por último 3,22 valores de pH no Cytokin®.

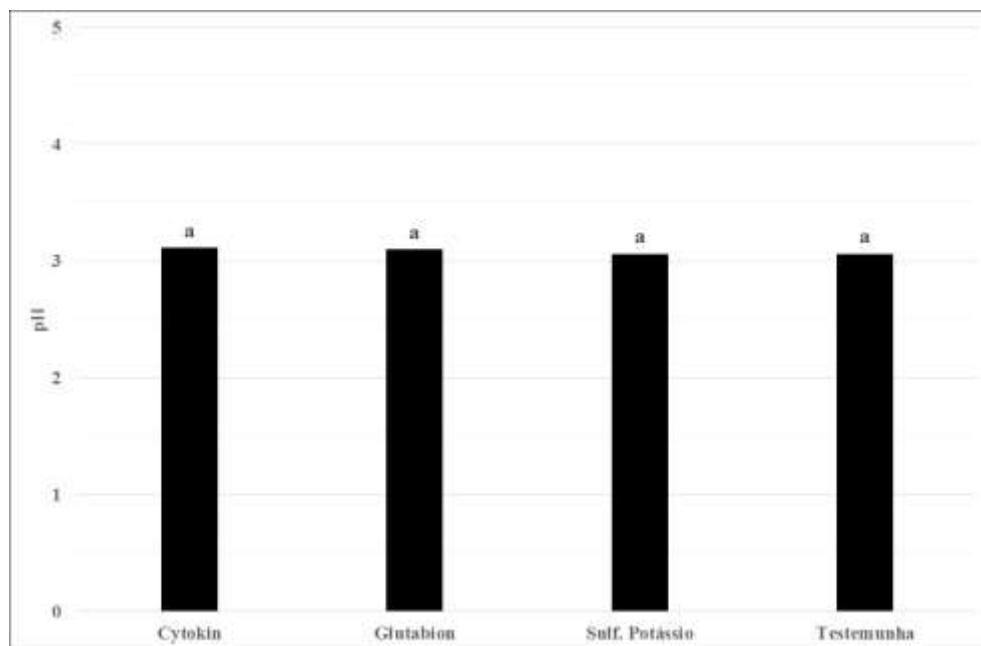


Figura 3.9 - Comparação do pH, nas diferentes modalidades, Testemunha, Cytokin®, Glutabion®, Sulfato de Potássio da variedade Draper. Letras diferentes correspondem a diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).

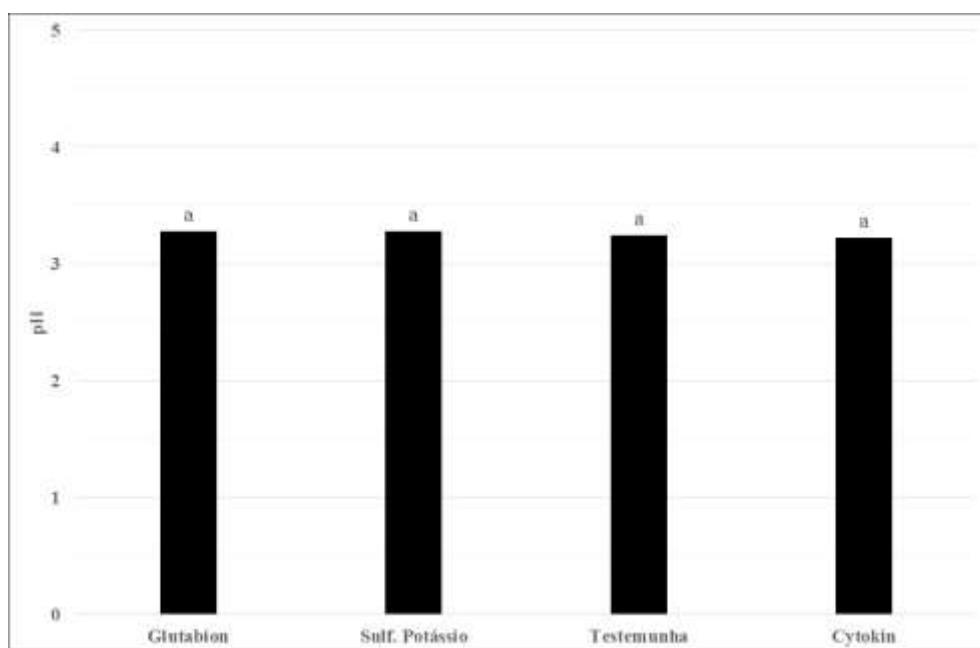


Figura 3.10- Comparação do pH, nas diferentes modalidades, Testemunha, Cytokin®, Glutabion® Sulfato de Potássio da variedade Ozarkblue. Letras diferentes correspondem a diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).

3.3.4 Acidez

Os resultados obtidos na acidez dos frutos, revelaram diferenças estatisticamente significativas modalidades Testemunha, Cytokin®, Glutabion® e Sulfato de Potássio não revelaram qualquer diferença estatisticamente significativa entre estas e o mesmo se verificou em ambas as variedades Draper e Ozarkblue Figura 3.9 e Figura 3.10.

Relativamente à acidez na variedade Drapper verificou-se que a testemunha obteve o valor mais alto 12,18, seguido do tratamento Sulfato de Potássio 11,32, Glutabion® 11,04, não se verificando diferenças estatisticamente significativas entre estes três tratamentos. O Cytokin® obteve o menor valor de acidez 10, tendo existido diferença estatisticamente significativa quando comparada com a testemunha, contudo, não se verificaram diferenças entre o tratamento com Cytokin e os tratamentos com Glutabion e sulfato de potássio ($p \leq 0,05$) (Figura 3.11).

Na variedade Ozarkblue, Figura 3.12, não se verificaram diferenças significativas entre os diferentes tratamentos, Testemunha, Cytokin®, Glutabion® e Sulfato de Potássio, porém o tratamento Cytokin apresentou o valor mais alto de 7,06 de acidez, seguido dos tratamentos Glutabion, 6,39, Testemunha 6,36 e Sulfato de Potássio 6,16 (Figura 3.12).

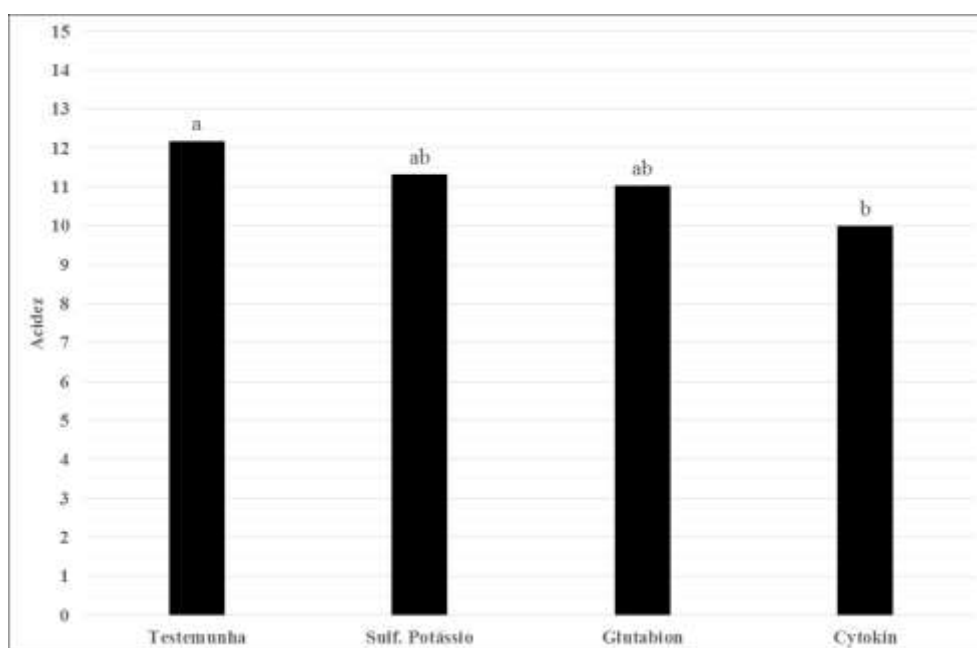


Figura 3.11 - Comparação da acidez, nas diferentes modalidades, Testemunha, Cytokin®, Glutabion® Sulfato de Potássio da variedade de mirtilo Draper. Letras diferentes correspondem a diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).

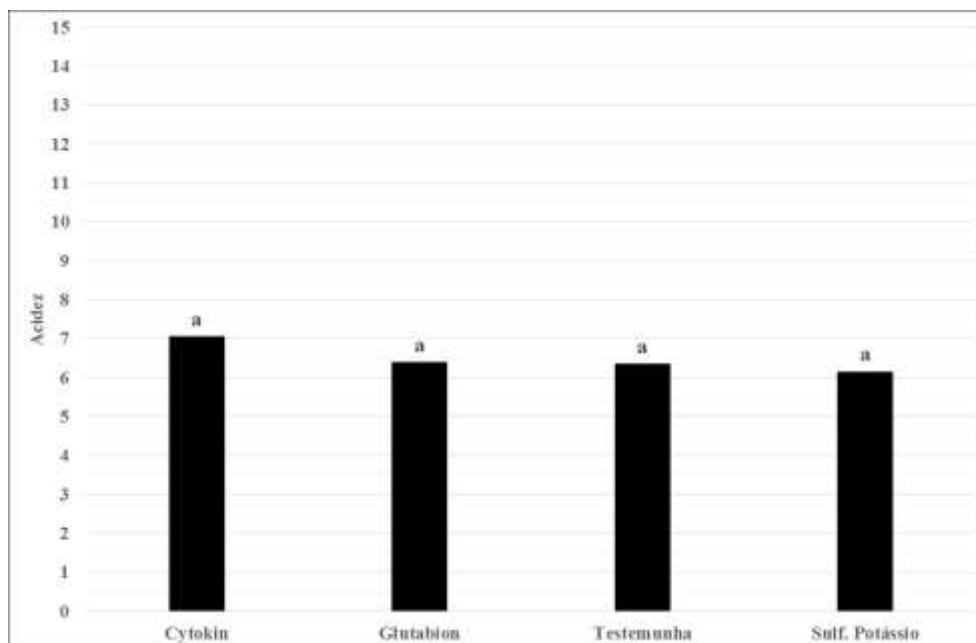


Figura 3.12 - Comparação da acidez, nas diferentes modalidades, Testemunha, Cytokin®, Glutabion® Sulfato de Potássio da variedade de mirtilo Ozarkblue. Letras diferentes correspondem a diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).

3.3.4 % de Matéria Seca

Em ambas as variedades Draper e Ozarkblue, não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre as diferentes modalidades, quanto à percentagem de matéria seca dos frutos Figura 3.13 e Figura 3.14.

Na variedade Draper pode verificar-se que a modalidade Cytokin® obteve a maior percentagem de matéria seca, 14,01%, seguido do Glutabion® e Testemunha com 13,94% e por fim o Sulfato de Potássio com 13,37%.

Na variedade Ozarkblue verificou-se que a modalidade Glutabion® obteve a maior percentagem de matéria seca, 15,16%, seguido do Cytokin® com 15,03% o Sulfato de Potássio 14,87% e a Testemunha com o valor mais baixo, 14,58%.

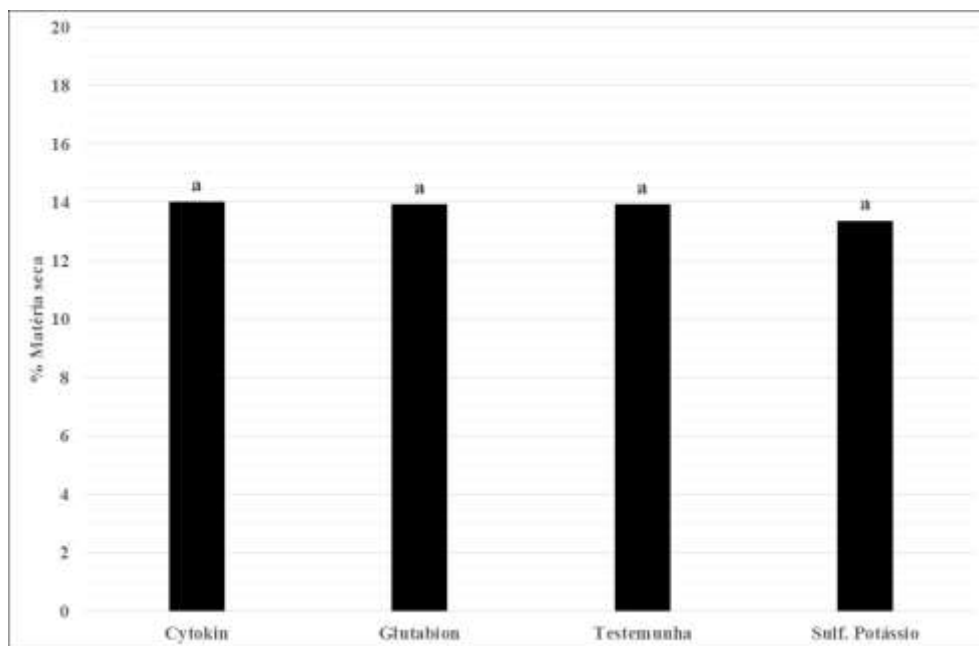


Figura 3.13 - Comparação da percentagem de matéria seca, nas diferentes modalidades, Testemunha, Cytokin®, Glutablon® Sulfato de Potássio da variedade Draper. Letras diferentes correspondem a diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).

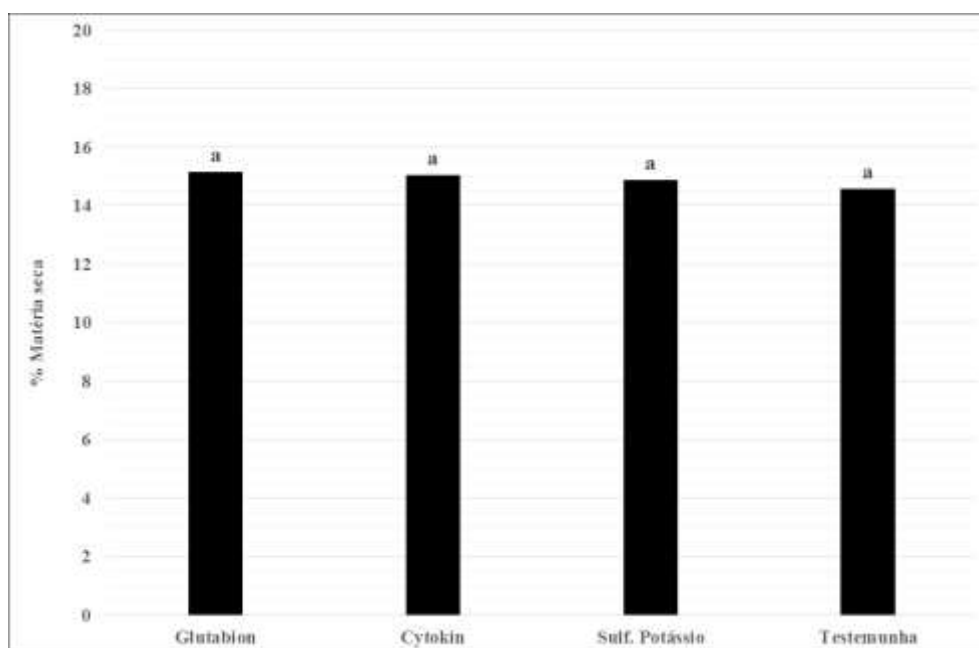


Figura 3.14 - Comparação da percentagem de matéria seca, nas diferentes modalidades, Testemunha, Cytokin®, Glutablon® Sulfato de Potássio da variedade Ozarkblue. Letras diferentes correspondem a diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).

4. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Em análise aos resultados obtidos na observação da evolução de fenologia nas diferentes modalidades Testemunha, Cytokin[®], Glutabion[®] e Sulfato de Potássio nas duas variedades Draper e Ozarkblue, Figura 3.1 e Figura 3.2 pode concluir-se que os produtos Cytokin[®], Glutabion[®] e Sulfato de Potássio influenciaram positivamente a quebra de dormência e anteciparam o abrolhamento das plantas.

O resultado suprarreferido foram de encontro à bibliografia consultada. O Cytokin[®] com base na sua substância ativa, citoquinina, como provoca um aumento na concentração de citoquininas em relação às hormonas auxinas, estimulando reações metabólicas e de formação de novas células, que aceleram a saída de dormência das plantas para abrolhamento. O Glutabion[®] com base na sua principal substancia ativa gutationa, numa primeira fase, faz com que os precursores da formação de radicais livres reproduzam os efeitos do frio, através da acumulação de espécies oxidativas e a glutaciona reduzida aumenta a capacidade antioxidante da planta, processo pelo qual ativa a respiração mitocondrial, e produção de metabólitos necessários à obtenção de energia precisa para quebrar a dormência

Segundo as indicações dos fabricantes, o Cytokin[®] deveria ser aplicado antes do abrolhamento e o Glutabion[®] aplicado 90 dias antes da colheita dos frutos e 7 dias após a primeira aplicação. Porém apenas se fez uma única aplicação de Cytokin[®] e Glutabion[®] aos 47 dias do ano de 2016, perfazendo 134 dias antes do início da colheita na Draper e 148 dias na Ozarkblue.

Apesar de se ter verificado uma ligeira antecipação do abrolhamento, se se fizessem mais aplicações e outras doses noutros momentos de aplicação, uma vez que as plantas são mais sensíveis às aplicações exógenas de bioestimulantes quando se encontram na fase de saída da dormência superficial, poder-se-ia ter resultados mais relevantes. Porém a cultura do mirtilo em Portugal ainda está a ser estudada e não estão bem definidas as épocas de frutificação das diferentes variedades, de forma a altura exata para se aplicar os produtos e obter-se os melhores resultados é difícil de determinar.

Os resultados obtidos quanto ao número de frutos e peso médio de 100 frutos, pode concluir-se que apesar de não terem existido diferenças estatisticamente significativas, qualquer tratamento produziu mais frutos e mais pesados em relação à testemunha. Porém o tratamento com Glutabion[®] produziu mais frutos em ambas as variedades de mirtilo Draper e Ozarkblue e frutos mais pesados na variedade Draper. Este facto poderá prender-se ao facto deste bioestimulante para além do seu efeito na quebra de dormência por acumulação os precursores

da formação de radicais o Glutabion® é também composto por aminoácido de rápida absorção, azoto, boro e manganês, componentes estes que, conforme referenciado, melhoram a polinização, vingamento, tamanho e qualidade dos frutos.

Quanto aos parâmetros de qualidade analisados, °Brix, pH e % de matéria seca, apesar de não terem existido diferenças estatisticamente significativas pode perceber-se que qualquer tratamento de Cytokin® e Glutabion® obtiveram melhores que a Testemunha.

Na variedade Draper o Cytokin® e Glutabion® apresentam os melhores valores de °Brix. 8,04 e 7,76 respetivamente. Na variedade Ozarkblue o melhor °Brix foi apresentado pelo o Glutabion® 11,85 seguido do Sulfato de Potássio com 11,73 e Cytokin® com 11,67, porém, perante a bibliografia consultada na revisão (Quadro 1.1 e Quadro 1.2) estes estão abaixo dos referenciados de 13,8 e 13,9°Brix para a variedade Draper e de 14°Brix para a variedade Ozarkblue, tal facto poderá prender-se pelas condições edafoclimáticas locais, contudo pode concluir-se que a variedade Ozarkblue tem um °Brix superior à variedade Draper. Já os resultados referentes ao pH pode verificar-se que o Cytokin® e o Glutabion® obtiveram na variedade Draper os valores mais altos de 3,11 e 3,10 respetivamente, ao passo que na variedade Ozarkblue os valores de pH nas modalidades Glutabion® e Sulfato de Potássio foi igualmente de 3,28, já o Cytokin® obteve o valor mais baixo, 3,22 porém estes valores estão acima dos valores de 2,8 de pH referenciado para a variedade (Quadro 1.2).

Quanto aos resultados obtidos na percentagem de matéria seca, verificou-se que a modalidade Cytokin® na variedade Draper obteve o melhor resultado de 14, 01% seguido do Glutabion® e Testemunha com 13,94%, já na variedade Ozarkblue o tratamento com melhor resultado foi obtido pelo Glutabion® com 15,16, seguido do Cytokin® 15,03. Estas maiores percentagem de matéria seca poderão prender-se com a duração do tempo de crescimento dos frutos. Na variedade Draper a maior percentagem de matéria seca foi do Cytokin® onde o fruto se desenvolveu durante mais tempo, 26 dias, já na variedade Ozarkblue apesar da duração do desenvolvimento do fruto ser igual em todos os tratamentos, durando 35 dias, a maior percentagem coube ao Glutabion® que iniciou o processo de abrolhamento em segundo lugar Figura 3.2.

O único parâmetro onde houveram diferenças estatisticamente significativas foi no parâmetro acidez para variedade Draper, tendo a Testemunha apresentado um valor de acidez, significativamente superior ao da modalidade Cytokin®. No entanto na variedade Ozarkblue não se verificaram diferenças estatisticamente significativas na acidez, sendo que a modalidade

Cytokin[®] apresentou o maior valor de acidez, não podendo-se assim retirar qualquer conclusão relevante.

Tendo em conta toda a bibliografia consultada era de esperar que se conseguisse antecipação e melhoria na quebra de dormência, um aumento do abrolhamento com consequente aumento da produção em quantidade e qualidade de mirtilos independentemente da variedade. Porém os resultados obtidos não revelaram diferenças estatisticamente significativas nos diferentes parâmetros observados e avaliados. Contudo foi possível verificar uma tendência na melhoria da quebra de dormência, uma maior produção em número e peso de frutos na modalidade Glutabion[®]. Quanto aos parâmetros de qualidade °Brix, pH e %MS, o Cytokin influenciou a qualidade variedade Draper, ao passo que na variedade Ozarkblue a maior influência na qualidade foi a modalidade Glutabion[®] e qualidade de mirtilos quanto aos parâmetros com os produtos Cytokin[®] e Glutabion[®].

Posto isto, pode concluir-se que o Cytokin[®] e Glutabion[®] para antecipar a quebra de dormência dos mirtilos e melhorar a qualidade dos frutos contudo outros ensaios deverão ser realizados, tendo em conta as variedades, microclimas locais e evolução da fenologia anos por forma a determinar as melhores doses, oportunidades de tratamento e em que medida é rentável a aplicação destes produtos.

4 Bibliografia

- (s.d.). Obtido em 20 de novembro de 2016, de YARA: <http://www.yarabrasil.com.br/nutricao-plantas/produtos/outros-produtos/6328-krista-sop-Remove/>
- (18 de fevereiro de 2016). Obtido de Wikipédia: https://pt.wikipedia.org/wiki/Vaccinium_cylindraceum
- Araújo, R. F. (2012). *Estudo sobre o efeito da aplicação de cianamida hidrogenada e de citoquininas na quebra de dormência em Actinídea deliciosa*. Ponte de Lima: ESA-IPVC.
- Arnold, M., & Bewley, J. (04 de fevereiro de 2014). Obtido em dezembro de 16 de 2016, de UK - University of Kentucky: <http://www2.ca.uky.edu/agcomm/pubs/ID/ID210/ID210.pdf>
- Barrote, I. (Setembro de 2013). (DRAPN, Ed.) Obtido em 26 de 05 de 2017, de DRAPN: <https://pt.scribd.com/document/268821169/Ficha-Mirtilo>
- Bertolin, D. C., Sá, M., & Junior, O. (19 de junho de 2010). Obtido em 10 de maio de 2017, de Agrolink: <https://www.agrolink.com.br/downloads/120374.pdf>
- Caço, J. (16 de 03 de 2007). Obtido em 18 de 05 de 2016, de Hubel Verde: <http://www.hubel.pt/artec/detalhes.php?id=16&empresa=21>
- Camargo, I. A. (2013). Obtido em 04 de março de 2017, de Universidade de São Paulo: www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11137/tde-08032004-150019/.../priscila.pdf
- Capaldi, F. R. (fevereiro de 2002). Obtido em 15 de abril de 2016, de Biblioteca Digital USP: www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-30072002-162030/.../flavia.pdf
- Coletti, R. (2009). *FENOLOGIA, PRODUÇÃO E SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA DO*. Universidade de Passo Fundo, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Passo Fundo.
- Crawford, D. (04 de abril de 2014). Obtido em 24 de fevereiro de 2017, de HNS - Horticulture Nova Scotia Research: <http://www.horticulturens.ca/wp-content/uploads/2014/06/Identification-of-High-Bush-Blueberry-Cultivars-Suitable-for-Juice-Production-in-NS.pdf>
- Cristobal, J., Rexach, J., & Fontes, A. (10 de outubro de 2008). Obtido em 07 de outubro de 2016, de B-On: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1744-7909.2008.00742.x/full>

- Dudas, J. W. (01 de Fevereiro de 2005). Obtido em 10 de Maio de 2017, de Patentes: <https://www.google.ch/patents/USPP15103>
- El-Jaoud, T., & A.Cox, D. (22 de novembro de 2008). Obtido de B-on: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01904169809365409>
- Emmanuel. (27 de novembro de 2011). Obtido de http://www.fisiologiavegetal.ufc.br/APOSTILA/NUTRICA0_MINERAL.pdf
- EPA, U. (09 de outubro de 2015). Obtido em 07 de setembro de 2016, de U.S. Environmental Protection Agency: https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/ppls/090930-00003-20150910.pdf
- Ferreira, J. (2009). *As bases da Agricultura Biológica*. EDIBIO.
- Ferreira, J. (2016). Perspetivas da agricultura biológica em Portugal e na União Europeia. *IV COLÓQUIO NACIONAL DE HORTICULTURA BIOLÓGICA* (p. 123). Faro: Associação Portuguesa de Horticultura (APH).
- Frank A. Hoeberichts, G. P. (04 de 09 de 2017). Obtido em 16 de 09 de 2017, de ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030442381730420X>
- Garcia, E. (18 de junho de 2015). Obtido em 14 de dezembro de 2016, de University of Arkansas : <https://extension.tennessee.edu/Knox/horticulture%20%20urban%20forestry/Blueberry%20Production.pdf>
- Hancock, J. F. (24 de agosto de 2004). *USA Patente Nº PP15,103 P2*. Obtido em 27 de fevereiro de 2017, de <https://www.google.ch/patents/USPP15103?hl=pt>
- IQSC. (28 de 10 de 2004). Obtido em 27 de 08 de 2017, de IQSC-Instituto Químico de São Carlos: <http://www.iqsc.usp.br/iqsc/servidores/docentes/pessoal/mrezende/arquivos/messias/TESE%20%20-%20Substancias%20Humicas.pdf>
- Jardin, P. d. (29 de outubro de 2015). Obtido em 38 de junho de 2017, de ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423815301850>
- Madeira, B. S. (2016). *Cultura do Mirtilo*. Porto: Publindústria, Edições Técnicas.
- Moacir Pascoal, J. L. (Ed.). (1978).

- Moore, J. N., & Reuben, J. (23 de setembro de 1997). *USA Patente Nº Plant 10,035*. Obtido em 25 de fevereiro de 2017, de <http://www.google.com/patents/USPP10035>
- Morgan, J. (11 de Janeiro de 2008). (NEVF, Ed.) Obtido em 22 de Março de 2017, de NEVF- New England Vegetable & Fruit: <https://newenglandvfc.org/sites/newenglandvfc.org/files/content/proceedings2007/BlueberryVariety.pdf>
- Mota, M. (27 de julho de 2014). Obtido em 16 de 08 de 2016, de AgroNegócios: <http://www.agronegocios.eu/noticias/utilizacao-de-extratos-de-algas-como-suplemento-nutritivo-em-fruticultura/>
- Nesom, G. (26 de junho de 2002). Obtido em 14 de maio de 2017, de United States Department of Agriculture Natural Resource Conservation Services: https://plants.usda.gov/factsheet/pdf/fs_vaco.pdf
- Neto, A. S. (2010). Obtido em 26 de maio de 2017, de Universidade Fernando Pessoa Faculdade Ciências da Saúde: http://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/2505/1/TM_15593.pdf
- Parente, C. S. (2014). *Efeito do frio artificial na quebra da dormência e produtividade do mirtilo (Vaccinium corymbosum)*. Lisboa: ISA- Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.
- Pinto, R. M. (14 de Agosto de 2015). Obtido em 28 de setembro de 2016, de Universidade de Lisboa: <https://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/11157>
- Retamales, J. B., & F.Hancock, J. (2012). *BLUEBERRIES*. Oxfordshire: CABI.
- Ribas, K. C. (26 de Abril de 2013). Obtido em 09 de abril de 2016, de UFPR- Universidade Federal do Paraná: <https://pt.scribd.com/document/310306169/10-CITOCININAS>
- Rossi, V. S. (25 de outubro de 2012). Obtido em 10 de março de 2017, de UNIMEP - Universidade Metodista de Piracicaba: <http://www.unimep.br/phpg/mostraacademica/anais/10mostra/4/31.pdf>
- Santos, H. P., Revers, L. F., Leite, G. B., & Bernardi, J. (27 de novembro de 2011). Obtido em 16 de março de 2016, de Embrapa: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/outros/relatoriofinal/Capitulo09.pdf>

- Santos, L. F. (2015). *Fenologia do Vaccinium corymbosum var. Duke em várias regiões de Portugal Continental*. Faculdade de Ciências - Universidade do Porto, Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território.
- Semprebom, T. R. (19 de agosto de 2008). Obtido em 16 de junho de 2017, de Universidade de São Paulo: www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41132/tde-17022009.../Thais_Semprebom.pdf
- Serrado, F. (junho de 2008). *AGRIMAG*. Obtido de www.adrimag.com.pt/downloads/cooptransnacional/mirt_livro.pdf
- Taiz, L., Zeiger, E., Max, I., & Murghy, A. (2017). *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. Porto Alegre: Artmed Editora Ltda.
- Tavares, D. F. (02 de 11 de 2016). Obtido em 27 de novembro de 2016, de universidade de Lisboa. UTAD. (10 de 04 de 2017). Obtido de UTAD Jardim Botânico: https://jb.utad.pt/especie/vaccinium_myrtillus
- Weber, C. (06 de Junho de 2012). Obtido em 09 de Março de 2017, de Cornell University: <https://blogs.cornell.edu/berrynurseries/files/2016/12/blueberry-pdf-14o52sb.pdf>
- Willis, B. J. (02 de novembro de 2006). Obtido em 15 de dezembro de 2016, de EPA - Environmental Protection Agency: https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-04/documents/exhibit_o.pdf

Anexos

Quadro A1. 1 – Teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade relativo ao número médio de frutos nas cultivares Draper e Ozarkblue

Tests of Normality							
modalidade		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Frutos_Drapper	Testemunha	,291	4	.	,923	4	,555
	Glutabion	,341	4	.	,771	4	,060
	Cytokin	,299	4	.	,796	4	,096
	Sulfato de Potássio	,226	4	.	,960	4	,778
Frutos_Ozarkblue	Testemunha	,269	4	.	,885	4	,362
	Glutabion	,336	4	.	,876	4	,322
	Cytokin	,292	4	.	,864	4	,275
	Sulfato de Potássio	,423	4	.	,659	4	,003

a. Lilliefors Significance Correction

Quadro A1. 2 – Teste de Levene para verificação Homogeneidade das variâncias relativo ao número médio de frutos nas cultivares Draper e Ozarkblue

Test of Homogeneity of Variances				
	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Frutos_Drapper	2,152	3	12	,147
Frutos_Ozarkblue	,080	3	12	,969

Quadro A1. 3 – Resultados estatísticos referentes ao número médio de frutos na cultivar Drapper.

Descriptives								
Frutos_Drapper								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean			
					Lower Bound	Upper Bound	Minimum	Maximum
Testemunha	4	681,75	114,63	57,31	499,35	864,15	569,00	841,00
Glutabion	4	986,50	144,85	72,43	756,01	1216,99	773,00	1081,00
Cytokin	4	649,25	499,71	249,86	-145,91	1444,41	315,00	1374,00
Sulfato de Potássio	4	706,00	373,06	186,53	112,37	1299,63	203,00	1083,00
Total	16	755,88	322,41	80,60	584,08	927,67	203,00	1374,00

Quadro A1. 4 – Análise de variâncias para número médio de frutos na cultivar Draper.

ANOVA

Frutos_Drapper

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	290155,250	3	96718,417	,915	,463
Within Groups	1269032,500	12	105752,708		
Total	1559187,750	15			

Quadro A1. 5 - Comparação múltipla das médias para o número médio de frutos na cultivar Draper.

Frutos_Drapper

Tukey HSD^a

modalidade	N	Subset for alpha = 0.05
		1
Cytokin	4	649,2500
Testemunha	4	681,7500
Sulfato de Potássio	4	706,0000
Glutabion	4	986,5000
Sig.		,485

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

Quadro A1. 6 – Resultados estatísticos referentes ao número médio de frutos na cultivar Ozarkblue.

Descriptives

Frutos_Ozarkblue

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Testemunha	4	1325,50	244,41	122,20	936,59	1714,41	1004,00	1526,00
Glutabion	4	2187,25	246,77	123,39	1794,58	2579,92	1836,00	2414,00
Cytokin	4	1960,50	214,72	107,36	1618,83	2302,17	1788,00	2269,00
Sulfato de Potássio	4	2170,75	208,97	104,49	1838,23	2503,27	2060,00	2484,00
Total	16	1911,00	415,32	103,83	1689,69	2132,31	1004,00	2484,00

Quadro A1. 7 – Teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade da distribuição dos dados, relativo à cultivar Drapper

Tests of Normality							
Modalidade		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
°Brix	Testemunha	,252	4	.	,923	4	,554
	Glutabion	,304	4	.	,883	4	,351
	Cytokin	,252	4	.	,911	4	,489
	Sulf_Potássio	,288	4	.	,935	4	,625
pH	Testemunha	,438	4	.	,637	4	,002
	Glutabion	,258	4	.	,917	4	,519
	Cytokin	,283	4	.	,863	4	,272
	Sulf_Potássio	,160	4	.	,991	4	,964
Peso_100B	Testemunha	,388	4	.	,713	4	,016
	Glutabion	,297	4	.	,833	4	,177
	Cytokin	,279	4	.	,878	4	,330
	Sulf_Potássio	,307	4	.	,830	4	,168

a. Lilliefors Significance Correction

Quadro A1. 8 – Teste de Levene para verificação Homogeneidade das variâncias das distribuições dos dados, relativo à cultivar Draper

Test of Homogeneity of Variances				
	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Acidez	2,247	3	12	,135
MS	,947	3	12	,449
°Brix	8,407	3	12	,003
pH	8,762	3	12	,002
Peso_100B	3,638	3	12	,045

Quadro A1. 9– Resultados estatísticos referentes ao teor em sólidos solúveis (°Brix), na cultivar Drapper.

Tests of Normality							
Modalidade		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
°Brix	Testemunha	,252	4	.	,923	4	,554
	Glutabion	,304	4	.	,883	4	,351
	Cytokin	,252	4	.	,911	4	,489
	Sulf_Potássio	,288	4	.	,935	4	,625
pH	Testemunha	,438	4	.	,637	4	,002
	Glutabion	,258	4	.	,917	4	,519
	Cytokin	,283	4	.	,863	4	,272
	Sulf_Potássio	,160	4	.	,991	4	,964
Peso_100B	Testemunha	,388	4	.	,713	4	,016
	Glutabion	,297	4	.	,833	4	,177
	Cytokin	,279	4	.	,878	4	,330
	Sulf_Potássio	,307	4	.	,830	4	,168

a. Lilliefors Significance Correction

Quadro A1. 10 – Análise de variâncias para o teor em sólidos solúveis °brix, na cultivar Drapper.

ANOVA

°Brix

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	620,628	3	206,876	,929	,457
Within Groups	2671,961	12	222,663		
Total	3292,588	15			

Quadro A1. 11 - Comparação múltipla das médias para o teor em sólidos solúveis (°Brix) na cultivar Drapper

°Brix

Tukey HSD^a

Modalidade	N	Subset for alpha = 0.05
		1
Sulf_Potássio	4	7,6875
Glutabion	4	7,7575
Cytokin	4	8,0375
Testemunha	4	22,2075
Sig.		,536

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

Quadro A1. 12– Resultados estatísticos referentes ao pH da variedade Drapper.

Descriptives

pH

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Testemunha	4	5,05	3,93	1,96	-1,20	11,30	3,05	10,94
Glutabion	4	3,10	,05	,02	3,03	3,18	3,06	3,16
Cytokin	4	3,11	,03	,01	3,07	3,16	3,09	3,15
Sulf_Potássio	4	3,06	,07	,04	2,94	3,18	2,98	3,15
Total	16	3,58	1,96	,49	2,54	4,63	2,98	10,94

Quadro A1. 13 – Análise de variâncias para o pH da variedade Drapper.

ANOVA

pH

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	11,511	3	3,837	,995	,428
Within Groups	46,283	12	3,857		
Total	57,795	15			

Quadro A1. 14 - Comparação múltipla das médias para o pH da variedade Drapper.

pH

Tukey HSD.^a

Modalidade	N	Subset for alpha = 0.05
		1
Sulf_Potássio	4	3,0600
Glutabion	4	3,1025
Cytokin	4	3,1125
Testemunha	4	5,0500
Sig.		,504

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

Quadro A1. 15– Resultados estatísticos referentes à acidez (g.l⁻¹ de ácido cítrico), na variedade Drapper.

Descriptives

Acidez

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Testemunha	4	12,18	1,08	,54	10,46	13,90	10,94	13,19
Glutabion	4	11,04	,40	,20	10,40	11,68	10,59	11,55
Cytokin	4	10,00	,42	,21	9,33	10,67	9,62	10,50
Sulf_Potássio	4	11,32	1,09	,54	9,60	13,05	10,16	12,78
Total	16	11,14	1,09	,27	10,56	11,72	9,62	13,19

Quadro A1. 16 – Análise de variâncias para a acidez, na variedade Drapper.

ANOVA

Acidez

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	9,719	3	3,240	4,817	,020
Within Groups	8,070	12	,673		
Total	17,789	15			

Quadro A1. 17 - Comparação múltipla das médias para a acidez, na variedade Drapper.

Acidez

Tukey HSD.^a

Modalidade	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Cytokin	4	10,0000	
Glutabion	4	11,0400	11,0400
Sulf_Potássio	4	11,3225	11,3225
Testemunha	4		12,1825
Sig.		,157	,252

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

Quadro A1. 18– Resultados estatísticos referentes ao peso médio de 100 bagas, na variedade Drapper.

Descriptives

Peso_100B

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Testemunha	4	197,38	5,31	2,66	188,92	205,83	189,45	200,50
Glutabion	4	235,80	15,98	7,99	210,37	261,24	218,55	249,70
Cytokin	4	231,91	17,06	8,53	204,77	259,05	217,95	253,80
Sulf_Potássio	4	217,34	47,93	23,97	141,07	293,60	147,75	252,90
Total	16	220,61	28,58	7,15	205,38	235,84	147,75	253,80

Quadro A1. 19 – Análise de variâncias para o peso médio de 100 bagas, na variedade Draper.

ANOVA

Peso_100B

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3636,597	3	1212,199	1,688	,222
Within Groups	8615,840	12	717,987		
Total	12252,438	15			

Quadro A1. 20 - Comparação múltipla das médias para o peso médio de 100 bagas, na variedade Drapper.

Peso_100B

Tukey HSD^a

Modalidade	N	Subset for alpha = 0.05
		1
Testemunha	4	197,3750
Sulf_Potássio	4	217,3350
Cytokin	4	231,9125
Glutabion	4	235,8025
Sig.		,231

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

Quadro A1. 21– Resultados estatísticos referentes ao teor em matéria seca na variedade Drapper.

Descriptives

MS

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Testemunha	4	13,35	,50	,25	12,55	14,15	12,89	13,98
Glutabion	4	13,94	,57	,29	13,02	14,85	13,44	14,76
Cytokin	4	14,01	1,04	,52	12,35	15,67	13,10	15,38
Sulf_Potássio	4	13,37	1,24	,62	11,39	15,35	11,70	14,71
Total	16	13,67	,86	,22	13,21	14,13	11,70	15,38

Quadro A1. 22 – Análise de variâncias para ao teor em matéria seca na variedade Drapper.

ANOVA

MS

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,512	3	,504	,626	,612
Within Groups	9,662	12	,805		
Total	11,174	15			

Quadro A1. 23 - Comparação múltipla das médias para o ao teor em matéria seca, na variedade Draper.

MS

Tukey HSD.^a

Modalidade	N	Subset for alpha = 0.05
		1
Testemunha	4	13,3525
Sulf_Potássio	4	13,3700
Glutabion	4	13,9375
Cytokin	4	14,0100
Sig.		,732

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

Quadro A1. 24 – Teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade da distribuição dos dados, relativo à cultivar Drapper

Case Processing Summary

		Cases					
		Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
Acidez	Testemunha	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
	Glutabion	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
	Cytokin	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
	Sulf_Potássio	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
Peso_100B	Testemunha	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
	Glutabion	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
	Cytokin	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
	Sulf_Potássio	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
MS	Testemunha	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
	Glutabion	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
	Cytokin	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
	Sulf_Potássio	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
°Brix	Testemunha	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
	Glutabion	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
	Cytokin	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
	Sulf_Potássio	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
pH	Testemunha	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
	Glutabion	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
	Cytokin	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
	Sulf_Potássio	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%

Quadro A1. 25 – Teste de Levene para verificação Homogeneidade das variâncias das distribuições dos dados, relativo à cultivar Ozarkblue.

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
°Brix	,291	3	12	,831
pH	,942	3	12	,451
Peso_100B	4,690	3	12	,022

Descriptives

°Brix

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Testemunha	4	11,58	,51	,26	10,76	12,39	11,00	12,10
Glutabion	4	11,85	,10	,05	11,69	12,01	11,70	11,90
Cytokin	4	11,67	,40	,20	11,03	12,32	11,10	12,00
Sulf_Potássio	4	11,73	,29	,14	11,27	12,18	11,40	12,10
Total	16	11,71	,34	,08	11,53	11,89	11,00	12,10

Quadro A1. 26 – Análise de variâncias para o teor em sólidos solúveis °brix, na cultivar Ozarkblue.

ANOVA

°Brix

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,157	3	,052	,404	,753
Within Groups	1,552	12	,129		
Total	1,709	15			

Quadro A1. 27 - Comparação múltipla das médias para o teor em sólidos solúveis (°Brix) na cultivar Ozarkblue.

°Brix

Tukey HSD^a

Modalidade	N	Subset for alpha = 0.05
		1
Testemunha	4	11,5750
Cytokin	4	11,6750
Sulf_Potássio	4	11,7250
Glutabion	4	11,8500
Sig.		,707

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

Quadro A1. 28– Resultados estatísticos referentes ao pH, na variedade Ozarkblue.

Descriptives

pH

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Testemunha	4	3,24	,02	,01	3,21	3,27	3,22	3,26
Glutabion	4	3,28	,05	,02	3,20	3,36	3,24	3,35
Cytokin	4	3,23	,04	,02	3,17	3,29	3,18	3,27
Sulf_Potássio	4	3,28	,05	,02	3,21	3,36	3,22	3,33
Total	16	3,26	,04	,01	3,23	3,28	3,18	3,35

Quadro A1. 29 – Análise de variâncias para o pH da variedade Ozarkblue.

ANOVA

pH

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,010	3	,003	2,102	,153
Within Groups	,020	12	,002		
Total	,030	15			

Quadro A1. 30 - Comparação múltipla das médias para o pH da variedade Ozarkblue.
pH

Tukey HSD^a

Modalidade	N	Subset for alpha = 0.05
		1
Cytokin	4	3,2275
Testemunha	4	3,2400
Glutabion	4	3,2825
Sulf_Potássio	4	3,2850
Sig.		,238

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

Quadro A1. 31– Resultados estatísticos referentes à acidez (g.l⁻¹ de ácido Cítrico), na variedade Ozarkblue.

Descriptives

Acidez

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Testemunha	4	6,36	,40	,20	5,72	7,00	6,03	6,87
Glutabion	4	6,39	,44	,22	5,69	7,09	6,08	7,04
Cytokin	4	7,06	,97	,49	5,50	8,61	6,14	8,14
Sulf_Potássio	4	6,17	,64	,32	5,14	7,19	5,54	7,06
Total	16	6,49	,68	,17	6,13	6,86	5,54	8,14

Quadro A1. 32 – Análise de variâncias para a acidez, na variedade Ozarkblue.

ANOVA

Acidez

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,807	3	,602	1,404	,289
Within Groups	5,146	12	,429		
Total	6,953	15			

Quadro A1. 33 - Comparação múltipla das médias para a acidez, na variedade Ozarkblue.

Acidez

Tukey HSD^a

Modalidade	N	Subset for alpha = 0.05
		1
Sulf_Potássio	4	6,1650
Testemunha	4	6,3600
Glutabion	4	6,3900
Cytokin	4	7,0550
Sig.		,270

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

Quadro A1. 34– Resultados estatísticos referentes ao peso médio de 100 bagas, na variedade Ozarkblue.

Descriptives

Peso_100B

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Testemunha	4	258,48	12,15	6,07	239,15	277,81	240,62	266,50
Glutabion	4	266,10	29,21	14,60	219,63	312,57	229,92	295,54
Cytokin	4	276,38	19,36	9,68	245,58	307,17	255,68	301,72
Sulf_Potássio	4	276,55	,85	,42	275,20	277,90	275,34	277,32
Total	16	269,38	18,34	4,59	259,60	279,15	229,92	301,72

Quadro A1. 35 – Análise de variâncias para o peso médio de 100 bagas, na variedade Ozarkblue.

ANOVA

Peso_100B

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	919,629	3	306,543	,891	,474
Within Groups	4128,125	12	344,010		
Total	5047,754	15			

Quadro A1. 36 - Comparação múltipla das médias para o peso médio de 100 bagas, na variedade Ozarkblue.

Peso_100B

Tukey HSD^a

Modalidade	N	Subset for alpha = 0.05
		1
Testemunha	4	258,4800
Glutabion	4	266,1000
Cytokin	4	276,3750
Sulf_Potássio	4	276,5500
Sig.		,535

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

Quadro A1. 37– Resultados estatísticos referentes ao teor em matéria seca na variedade Ozarkblue.

Descriptives

MS

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Testemunha	4	14,58	,24	,12	14,20	14,97	14,27	14,83
Glutabion	4	15,17	,37	,19	14,57	15,76	14,95	15,72
Cytokin	4	15,03	,46	,23	14,30	15,76	14,54	15,64
Sulf_Potássio	4	14,87	,40	,20	14,24	15,50	14,50	15,41
Total	16	14,91	,40	,10	14,70	15,13	14,27	15,72

Quadro A1. 38 – Análise de variâncias para ao teor em matéria seca na variedade Ozarkblue.

ANOVA

MS

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,747	3	,249	1,771	,206
Within Groups	1,686	12	,140		
Total	2,432	15			

Quadro A1. 39 - Comparação múltipla das médias para o ao teor em matéria seca, na variedade Ozarkblue.

MS

Tukey HSD^a

Modalidade	N	Subset for alpha = 0.05
		1
Testemunha	4	14,5850
Sulf_Potássio	4	14,8700
Cytokin	4	15,0300
Glutabion	4	15,1650
Sig.		,182

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.